





# ZEITSCHRIFT

FÜR

# KRYSTALLOGRAPHIE

UND

# MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG

ZAHLREICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

**P. GROTH.**

---

EINUNDVIERZIGSTER BAND.

MIT 5 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 83 FIGUREN IM TEXT.

---

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1906





# Inhaltsverzeichnis des einundvierzigsten Bandes.

Heft I. (Geschlossen am 6. April 1905.)

Seite

I. Ch. Palache und H. O. Wood, krystallographische Untersuchung des Millerit. Mit 8 Textfiguren . . . . .	1
II. W. T. Schaller, über Dumortierit. Mit 5 Textfiguren . . . . .	19
III. F. Zambonini, einige Beobachtungen über die optischen Eigenschaften des Melanophlogit . . . . .	48
IV. Derselbe, Beiträge zur krystallographischen Kenntnis einiger anorganischer Verbindungen. Mit 6 Textfiguren . . . . .	53
V. L. Bergström und V. Goldschmidt, Krystallberechnung im triklinen System illustriert an Anorthit. Hierzu Tafel I und 13 Textfiguren. . . . .	63
VI. Auszüge.	
1. A. de Schulten, Untersuchungen über das Dicalciumphosphat. Künstliche Herstellung des Brushit. Herstellung des Monetit nach einer neuen Methode . . . . .	92
2. Derselbe, Untersuchungen über das Dicalciumarseniat. Künstliche Darstellung des Pharmakolith und des Haidingerit . . . . .	93
3. Derselbe, Untersuchungen über das Dimagnesiumphosphat und Dimagnesiumarseniat. Künstliche Bildung des Newberyit . . . . .	94
4. P. Groth, über krystallographische Symbole . . . . .	95
5. G. Wyrouboff, einige Worte in bezug auf die Notiz von Herrn Groth . . . . .	96
6. A. de Schulten, Untersuchungen über das Trimagnesiumphosphat und -arseniat. Künstliche Darstellung des Bobierit und des Hörnesit . . . . .	96
7. Derselbe, künstliche Bildung des Erythrin, des Annabergit und des Chabrerit . . . . .	97
8. Derselbe, künstliche Darstellung des Köttigit und des Adamin . . . . .	97
9. Derselbe, Untersuchungen über den künstlichen Struvit und Arsenstruvit. Gleichzeitige Darstellung des Struvit und Newberyit, des Arsenstruvit und Rößlerit . . . . .	98
10. Derselbe, über den Rößlerit und den Wapplerit. Gleichzeitige Darstellung des Rößlerit und des Pharmakolith . . . . .	99
11. Derselbe, künstliche Nachbildung des Baryt, des Cölestin und des Anglesit auf nassem Wege . . . . .	99
12. Derselbe, künstliche Nachbildung des Scheelit auf nassem Wege . . . . .	101
13. Derselbe, über künstliche Arsenkrystalle . . . . .	101
14. P. von Tschirwinsky, über Kieselsäurekugeln in einem Sandstein . . . . .	101
15. L. Duparc und F. Pearce, über den Soretit, einen neuen Amphibol aus der Gruppe der gemeinen Hornblenden . . . . .	101
16. A. Lacroix, über den Plumasit, ein Korundgestein . . . . .	102
17. Derselbe, über die Lagerstätte von Chalcedon und verkieseltem Holz der Insel Martinique . . . . .	103
18. P. Gaubert, über einige Eigenschaften des Heulandit . . . . .	103
19. H. Dufet, über die krystallographische Rechnung (eine neue Methode) . . . . .	104
20. A. Lacroix, über die Umwandlung eines Insektes in Numeait . . . . .	106

	Seite
21. <i>Derselbe</i> , über einige in den Ruinen von Saint-Pierre (Martinique) beobachteten Fälle von Endomorphie . . . . .	106
22. <i>A. de Schulten</i> , über ein Verfahren behufs Krystallisation wenig löslicher Substanzen . . . . .	107
23. <i>A. Lacroix</i> , der Cordierit in den Eruptivprodukten der Montagne Pelée und in der Soufrière von Saint-Vincent . . . . .	107
24. <i>Derselbe</i> , über eine neue Mineralart . . . . .	107
25. <i>St. Meunier</i> , über einen bemerkenswerten Fall von spontaner Krystallisation des Gypses . . . . .	108
26. <i>L. Duparc</i> , die Platinlagerstätten des Ural . . . . .	108
27. <i>A. Borel</i> , über die magnetische Drehung der Polarisations-ebene im Quarz . . . . .	108
28. <i>P. Weiss</i> , über die neuen magnetischen Eigenschaften des Pyrrhotin . . . . .	110
29. <i>G. Cesàro</i> und <i>A. Abraham</i> , der Göthit. — Über irrtümlich zum Limonit gestellte Hydroxyde . . . . .	110
30. <i>W. Prinz</i> , über einen Stern-Smaragd von Muso . . . . .	111
31. <i>G. Cesàro</i> , über eine merkwürdige, durch gleitenden Druck hervorgerufene Orientierung . . . . .	111
32. <i>Derselbe</i> , Plasticität des Natriumnitrats . . . . .	112
33. <i>Fr. Wallerant</i> , über den Polymorphismus der Nitrate . . . . .	112
34. <i>Derselbe</i> , über die Bestimmung der Grundform der Krystalle . . . . .	112

#### Heft II. (Geschlossen am 22. Juni 1905.)

VII. <i>F. Pearce</i> , über die optischen Erscheinungen der Krystalle im convergenten polarisierten Lichte. Mit 7 Textfiguren . . . . .	113
VIII. <i>K. Lippitsch</i> , Stereometrie hemiädrischer Formen des regulären Systems. Hierzu Tafel II . . . . .	134
IX. <i>E. v. Fedorow</i> , das Syngonieellipsoid ist das Trägheitsellipsoid der krystallinischen Substanz. Mit 2 Textfiguren . . . . .	151
X. <i>G. S. Jamieson</i> , über Awaruit, eine natürliche Eisen-Nickellegierung . . . . .	157
XI. <i>Kürxere Originalmitteilungen und Notizen.</i>	
1. <i>V. H. Hilton</i> , eine Analyse der auf die Krystallographie anwendbaren 32 endlichen Bewegungsgruppen . . . . .	161
2. <i>E. v. Fedorow</i> , zur Beziehung zwisch. Krystallographie u. Zahlenlehre . . . . .	162
3. <i>E. Sommerfeldt</i> , einige Anwendungen der stereographischen Projection. Mit 1 Textfigur und Tafel III . . . . .	164
XII. <i>Auszüge.</i>	
1. <i>F. Wallerant</i> , zur Theorie der Krystallgruppen. . . . .	168
2. <i>D. Gernex</i> , über die Form des Quecksilberjodids bei seiner Ausscheidung aus Lösungen . . . . .	169
3. <i>L. Cayeux</i> , über das Vorkommen makroskopischer Albitkrystalle in den triassischen Dolomiten von Kreta . . . . .	170
4. <i>G. Meslin</i> , über die Messung des Dichroismus der Krystalle . . . . .	170
5. <i>F. Osmond</i> und <i>G. Cartaud</i> , über die Meteoreisen . . . . .	170
6. <i>A. de Schulten</i> , über die Krystallform der gelben Molybdänsäure . . . . .	171
7. <i>Derselbe</i> , über das Doppelarseniat von Ammonium und Calcium . . . . .	172
8. <i>H. Dufet</i> , krystallographische Notizen, 11. Reihe . . . . .	172
9. <i>Derselbe</i> , Beschreibung eines Eisenglanzkrystalles . . . . .	178
10. <i>Derselbe</i> , Krystallform und optische Eigenschaften des Baryumbromides . . . . .	179



	Seite
11. <i>A. de Schulten</i> , Darstellung der krystallisierten wasserfreien Jodate vom Baryum und Strontium . . . . .	180
12. <i>Derselbe</i> , Darstellung des krystallisierten Mercurosulfates . . . . .	181
13. <i>G. Friedel</i> , über ein Calciumaluminat . . . . .	181
14. <i>A. Lacroix</i> , Beobachtungen über die Krystallisation erhitzten Zinks in den Brandruinen von Saint-Pierre, Martinique . . . . .	182
15. <i>G. Tschernik</i> , Notiz über eine besondere Varietät des Yttrrogranats . . . . .	182
16. <i>J. Samojloff</i> , über die Beziehung zwischen Spaltbarkeit und Habitus der Krystalle . . . . .	183
17. <i>G. Tschernik</i> , über die Natur und die chemische Zusammensetzung eines neuen, dem Ansilit ähnlichen Minerals . . . . .	184
18. <i>Derselbe</i> , über die Natur und die chemische Zusammensetzung eines im Kaukasus gefundenen Monazitsandes . . . . .	184
19. <i>O. Clere</i> , einige neue Mineralvorkommen am Ural . . . . .	185
20. <i>V. Worobieff</i> , neues Vorkommen von Prehnit in der Mongolei . . . . .	186
21. <i>Derselbe</i> , über einen neuen Euklaskrystall . . . . .	186
22. <i>L. Stibing</i> , Cerussit von Riddersk . . . . .	186
23. <i>P. Zemjatschensky</i> , Hydrogoethit, ein neues Glied in der Reihe der natürlichen Eisenoxydhydrate . . . . .	187
24. <i>E. Rewutzky</i> , der Calamin aus der Grube Pervoblagodatny am Ural . . . . .	188
25. <i>V. Arschinoff</i> , über die Krystallform und einige optische Eigenschaften des Bornylxanthogensäureäthyläthers $C_{10}H_{17}OCSSC_2H_5$ . . . . .	188
26. <i>N. Kurnakoff</i> und <i>N. Podkopajeff</i> , über die chemische Zusammensetzung von Kobalterz aus Neu-Caledonien und Nischnij Tagil (Ural) . . . . .	189
27. <i>S. Jerschoff</i> , krystallographische Beschreibung einiger Thymol-derivate . . . . .	189
28. <i>V. Albansky</i> , krystallographische Untersuchung von Xanthogensäurederivaten . . . . .	191
29. <i>N. N. Evans</i> , gediegenes Arsen von Montreal . . . . .	191
30. <i>C. W. Dickson</i> , Notiz über die Beschaffenheit des Platins in den Nickel-Kupfererzen von Sudbury . . . . .	192
31. <i>P. E. Browning</i> und <i>C. P. Flora</i> , über Cerichromat . . . . .	192
32. <i>S. Weidman</i> , Notiz über den Amphibol-Hudsonit . . . . .	192
33. <i>B. J. Harrington</i> , über die Zusammensetzung einiger canadischer Amphibolite . . . . .	193
34. <i>C. M. Palmer</i> , Chrysokoll; ein merkwürdiger Fall von Hydratisation . . . . .	193
35. <i>B. J. Harrington</i> , über die Formel des Bornit . . . . .	194
36. <i>G. F. Barker</i> , Radioaktivität von Thoriummineralien . . . . .	194
37. <i>G. F. Kunx</i> , über einen neuen lilagefärbten durchsichtigen Spodumen . . . . .	195
38. <i>T. T. Read</i> , vorläufige Notiz über die seltenen Metalle der Erze von der Rambler-Mine, Wyoming . . . . .	195
39. <i>C. H. Warren</i> , mineralogische Notizen . . . . .	195
40. <i>G. F. Kunx</i> , Californit (Vesuvianit) . . . . .	196
41. <i>Derselbe</i> , Wismuth und Wismuthocker von Pala, Californien . . . . .	197
42. <i>A. F. Rogers</i> , Bildung von Mineralien aus vergrabenen chinesischen Münzen des siebenten Jahrhunderts . . . . .	197
43. <i>F. L. Hann</i> , Apatitkrystalle von Antwerp, New York . . . . .	197
44. <i>A. N. Winchell</i> , Notiz über titanhaltigen Pyroxen . . . . .	197
45. <i>J. E. Spurr</i> , die Bestimmung der Feldspäte im Dünnschliff . . . . .	197

	Seite
46. <i>R. A. F. Penrose</i> , die Zinnerzlagerrstätten der Malayischen Halbinsel	197
47. <i>N. N. Evans</i> , Hornblendenanalyse . . . . .	198
48. <i>A. F. Rogers</i> , Krystallform des p-Aminobenzonitrils, $C_6H_4 \cdot NH_2 \cdot CN$	198
49. <i>W. C. Blasdale</i> , Krystallform des Ceropten $(C_9 H_9 O_2)_n$ . . . . .	199
50. <i>A. C. Lawson</i> , Plumasit, ein Oligoklas und Korund haltiges Gestein	199
51. <i>A. S. Eakle</i> , Palacheit . . . . .	199
<i>Derselbe</i> , über die Identität von Palacheit und Botryogen . . . . .	199
52. <i>W. T. Schaller</i> , Spodumen von San Diego County, Californien . . . . .	201
53. <i>H. V. Winchell</i> , Synthese des Chalkosins und seine Genesis in Butte, Montana . . . . .	202
54. <i>C. W. Dickson</i> , die Erzlagerrstätten von Sudbury, Ontario . . . . .	202
55. <i>H. B. Patton</i> , Dolomit und Calcit von Ouray, Colorado . . . . .	203
56. <i>W. P. Hadden</i> , Mineralogische Notizen . . . . .	203
57. <i>W. T. Schaller</i> , Mineralien von Leona Heights, Alameda County, Californien . . . . .	204

### Heft III. (Geschlossen am 14. August 1905.)

XIII. <i>R. Scharizer</i> , Beiträge zur Kenntniss der chemischen Constitution und der Genese der natürlichen Eisensulfate . . . . .	209
XIV. <i>F. Zambonini</i> , über eine krystallisierte Schlacke der Seigerhütte bei Hettstedt, nebst Bemerkungen über die chemische Zusammensetzung des Melilith . . . . .	226
XV. <i>S. L. Penfield</i> und <i>G. S. Jamieson</i> , über Tychit, ein neues Mineral vom Boraxsee in Californien, seine künstliche Darstellung und seine Beziehungen zum Northupit . . . . .	235
XVI. <i>A. Ries</i> , über einige Salze der Chlor-, Brom- und Jodsäure . . . . .	243
XVII. <i>Auszüge</i> .	
1. <i>C. Rimatori</i> , über den wismuthhaltigen Bleiglanz von Rosas (Sulcis) und Blenden von verschiedenen sardinischen Fundorten . . . . .	251
2. <i>G. Bruni</i> und <i>M. Padoa</i> , neue Untersuchungen über die festen Lösungen und den Isomorphismus . . . . .	252
3. <i>E. Taccani</i> , über einige Mineralien des Granits vom Montorfano	252
4. <i>M. Padoa</i> , neue Untersuchungen über die festen Lösungen und den Isomorphismus . . . . .	253
5. <i>D. Lovisato</i> , Chrysocoll und Vanadinit aus der Kupfergrube Bena Padru, nahe Ozieri . . . . .	253
6. <i>G. Bruni</i> und <i>M. Padoa</i> , über die Beziehungen zwischen den Eigenschaften verschiedener Körper als kryoskopische Lösungsmittel und ihren Krystallisationsconstanten . . . . .	254
7. <i>C. Rimatori</i> , das Fahlerz der Grube von Palmavexi (Sardinien).	255
8. <i>F. Zambonini</i> , über den Epidot des Bettolinapasses im Verratal	256
9. <i>D. Lovisato</i> , der Greenockit in den Gruben von Montevicchio . . . . .	256
10. <i>S. Bertolio</i> , über die Pegmatitgänge von Piona und das Vorkommen von Beryll darin . . . . .	257
11. <i>L. Brugnattelli</i> , Hydromagnesit und Artinit von Emarese (Aostatal)	257
12. <i>E. Taccani</i> , über ein merkwürdiges Mineralvorkommen in der Nähe von Leffe, Provinz Bergamo . . . . .	258
13. <i>S. di Franco</i> , krystallographische Untersuchung des Eisenglanzes vom Ätna . . . . .	258



14. <i>S. Consiglio Ponte</i> , mineralogische Untersuchung der Blöcke, welche vom centralen Krater des Ätna beim Ausbruch 1879 ausgeworfen wurden . . . . .	259
15. <i>L. Bucca</i> , der Thulit in den krystallinischen Schieferu der Monti Peloritani . . . . .	260
16. <i>G. Boeris</i> , Notizen über die Mineralogie Piemonts . . . . .	260
17. <i>G. d'Achiardi</i> , Analysen von einigen italienischen Bauxitmineralien . . . . .	261
18. <i>Derselbe</i> , einige Beobachtungen über den Quarz von Palombaia (Elba) . . . . .	262
19. <i>Derselbe</i> , die Krystallformen des Magnetkieses von Bottino . . . . .	262
20. <i>Derselbe</i> , Krystallformen des Kadmiuins . . . . .	263
21. <i>E. Manasse</i> , die Gesteine der Insel Gorgona . . . . .	263
22. <i>G. d'Achiardi</i> , die Bildung des Magnesit auf der Insel Elba. 1. Grube von Grotta d'Oggi (San Pietro in Campo) . . . . .	264
23. <i>G. Boeris</i> , Idokras vom Berge Pian Real . . . . .	265
24. <i>E. Artini</i> , mineralogische Notizen über das Sassinatal . . . . .	266
25. <i>E. Seacchi</i> , Krystallformen einiger Imide der Phtalsäuren . . . . .	268
26. <i>G. La Valle</i> , krystallographische Untersuchung des Monoacetyl- und Biacetylderivats des 4-Amino-6-nitro-1,3-Metaxylens . . . . .	269
27. <i>G. B. Negri</i> , krystallographische Untersuchung des Carborundums . . . . .	269
28. <i>F. Millosevich</i> , über eine merkwürdige Combination der Cölestinkrystalle von Cà Bernardi, bei Bellisio . . . . .	271
29. <i>L. Colomba</i> , Chloromelanit und chloromelanitoidische Pyroxene . . . . .	272
30. <i>F. Millosevich</i> , einige Beobachtungen über den grünen Anglesit von Montevecchio (Sardinien) . . . . .	272
31. <i>E. Billows</i> , vergleichende krystallographische Untersuchung über einige organische Verbindungen . . . . .	273
32. <i>E. Casoria</i> , über die Mineralisierungsprozesse der Gewässer in Beziehung auf die geologische Natur des Erdbodens und der Gesteine . . . . .	275
33. <i>Derselbe</i> , analytische Untersuchung der Produkte der letzten vesuvischen Eruptionen . . . . .	276
34. <i>V. Spirek</i> , das Zinnobervorkommen des Amiataberges . . . . .	278
35. <i>B. Lotti</i> , über das Bauxitlager von Colle Carovenzi, nahe Pescosolido (Bez. Sora) . . . . .	279
36. <i>G. de Angelis d'Ossat</i> , das Zinnerlager in der Nähe von Saturnia (Provinz Grosseto) . . . . .	279
37. <i>L. Colomba</i> , Zeolithe der Kronprinz Rudolf Insel . . . . .	279
38. <i>U. Panichi</i> , die Homologie und die zonale Krystallographie . . . . .	280
39. <i>H. Siedentopf</i> und <i>R. Zsigmondi</i> , über Sichtbarmachung und Größenbestimmung ultramikroskopischer Teilchen mit besonderer Anwendung auf Goldrubingläser . . . . .	282
40. <i>L. Holborn</i> und <i>E. Hennig</i> , über die Ausdehnung des geschmolzenen Quarzes . . . . .	283
41. <i>R. v. Saknen</i> und <i>G. Tamman</i> , über das Auffinden von Umwandlungspunkten mit einem selbstregistrierenden Dilatographen . . . . .	283
42. <i>W. Schmidt</i> , Bestimmung der Dielektricitätsconstanten von Krystallen mit elektrischen Wellen . . . . .	284
43. <i>F. Pockels</i> , über die Änderung der Lichtfortpflanzung in Kalkspat durch Deformation . . . . .	285
44. <i>W. König</i> , Doppelbrechung in Glasplatten bei statischer Biegung . . . . .	288
45. <i>A. Schmauß</i> , Notiz zur magnetischen Doppelbrechung . . . . .	288

	Seite
<i>A. Schmauß</i> , über die von Herrn Majorana gefundene Doppelbrechung im magnetischen Felde . . . . .	288
46. <i>O. Lehmann</i> , plastische, fließende und flüssige Krystalle; erzwungene und spontane Homöotropie derselben . . . . .	289
47. <i>J. Disch</i> , über Beziehungen zwischen natürlicher und elektromagnetischer Rotationsdispersion . . . . .	290
48. <i>É. v. Piekard</i> , die molekulare Verminderung der Krystallisationsgeschwindigkeit durch Zusatz von Fremdstoffen . . . . .	291
49. <i>A. Smith</i> und <i>W. B. Holmes</i> , über den amorphen Schwefel . . . . .	292
50. <i>W. Müller</i> und <i>P. Kaufmann</i> , über die Löslichkeit von Ammoniumnitrat in Wasser zwischen 120 und 400 . . . . .	292
51. <i>E. Baur</i> , über die Bildungsverhältnisse von Orthoklas und Albit . . . . .	292
52. <i>R. Hollmann</i> , über die Maxima und Minima der Spaltungscurven wasserhaltiger Mischkrystalle . . . . .	293
53. <i>A. Hantzsch</i> , über das Verhalten von Natriumsulfat in wässriger Lösung . . . . .	294
54. <i>W. Borodowsky</i> , über die Abhängigkeit der Krystallisationsgeschwindigkeit von der Temperatur bei Stoffen, die eine geringe Krystallisationsgeschwindigkeit haben . . . . .	294
55. <i>Th. W. Richards</i> und <i>R. Cl. Wells</i> , Neubestimmung der Umwandlungstemperatur des Natriumsulfates . . . . .	295
56. <i>Alph. Steyer</i> , Mischkrystalle von Quecksilberjodid und Silberjodid . . . . .	295
57. <i>W. Stortenbecker</i> , über Lücken in der Mischungsreihe isomorpher Substanzen . . . . .	296
58. <i>H. S. Shelton</i> , über den Molekularzustand des Borax in Lösung . . . . .	296
59. <i>C. Marie</i> und <i>R. Marquis</i> , über den Zustand des Natriumsulfat in Lösung . . . . .	296
60. <i>A. Speranzki</i> , über die Dampfdrucke in festen Lösungen . . . . .	297
61. <i>W. Meyerhoffer</i> , über Reifcurven . . . . .	297
62. <i>M. Herschkowitsch</i> , über die Umwandlung des Bergkrystalles in den amorphen Zustand . . . . .	298
63. <i>G. Tammann</i> , die Abhängigkeit des Schmelzpunktes beim Glauber-salz vom Druck . . . . .	298
64. <i>C. Lippitsch</i> , das hexagonale Sklenoëder und seine ihm ein- und umschriebenen Rhomboëder vom volumetrischen Standpunkte . . . . .	299
65. <i>F. Giesel</i> , über den Emanationskörper aus Pechblende und über Radium . . . . .	300
66. <i>Th. Rotarski</i> , über die sogenannten flüssigen Krystalle . . . . .	300
67. <i>R. Schenck</i> und <i>E. Eichwald</i> , über die flüssigen Krystalle . . . . .	301
68. <i>J. H. L. Vogt</i> , die Theorie der Silicatschmelzlösungen . . . . .	301
<i>J. H. L. Vogt</i> , die Silikatschmelzlösungen mit besonderer Rücksicht auf die Mineralbildung und die Schmelzpunkterniedrigung. I. Über die Mineralbildung in Silikatschmelzlösungen . . . . .	301
69. <i>Derselbe</i> ; die regional-metamorphosierten Eisenerzlager im nördlichen Norwegen . . . . .	302
70. <i>P. Iles</i> , über die Abhängigkeit der Absorption des Lichtes von der Farbe in krystallisierten Körpern . . . . .	302
71. <i>S. Nakamura</i> , über das Gesetz der Lichtgeschwindigkeit in Turmalin . . . . .	304
72. <i>W. Voigt</i> , zur Theorie des Lichtes für aktive Krystalle . . . . .	305
73. <i>Derselbe</i> , über die rotatorischen Constanten der Wärmeleitung von Apatit und Dolomit . . . . .	308



	Seite
74. <i>Derselbe</i> , über spezifische optische Eigenschaften hemimorpher Krystalle . . . . .	309
75. <i>K. Scheel</i> , über die Ausdehnung des amorphen Quarzes . . . . .	309
76. <i>A. Leick</i> , über künstliche Doppelbrechung und Elasticität von Gelatineplatten . . . . .	309
77. <i>S. Sano</i> , Notiz über Magnetisierung kubischer Krystalle . . . . .	310
<i>W. Voigt</i> , Bemerkung zur Magnetisierung kubischer Krystalle . . . . .	310
78. <i>Fr. Streintz</i> , das Leitvermögen von Blei- und Silberglanz . . . . .	310
79. <i>W. Schmidt</i> , Krystallisation im elektrischen Felde . . . . .	310
80. <i>J. Königsberger</i> , über Quarz als Reflexionsnormale . . . . .	311
81. <i>Derselbe</i> , über Absorption und Reflexion bei Metallsulfiden und -oxyden und die Gültigkeit der Maxwellschen Beziehungen . . . . .	311
82. <i>H. Rubens</i> , Versuche mit Reststrahlen von Quarz und Flußspat . . . . .	313
83. <i>S. Kalischer</i> , über die krystallinische Structur der Metalle . . . . .	313
84. <i>J. A. Disch</i> , über die Beziehungen zwischen natürlicher und elektromagnetischer Rotationsdispersion . . . . .	313
85. <i>M. v. Pisani</i> , über Dielektritätsconstanten fester Körper . . . . .	314
86. <i>E. C. Müller</i> , optische Studien am Antimonglanz . . . . .	315
87. <i>G. Murgoci</i> , rumänische Bernsteinlagerstätten, nebst Anmerkungen über die fossilen Harze: Succinit, Romanit, Schraufit, Simetit, Birmitt, etc. und über ein neues fossiles Harz von Olanesti . . . . .	318

## Heft IV. (Geschlossen am 5. September 1905.)

XVIII. <i>A. E. H. Tutton</i> , die Stellung des Ammoniums in der Alkalireihe. Eine Untersuchung des schwefelsauren und selsauren Ammonium-Magnesiums und Ammonium-Zinks. Mit 15 Textfiguren . . . . .	321
XIX. <i>A. E. H. Tutton</i> , über topische Axen und die topischen Parameter der Alkalisulfate und -selenate. Mit 1 Textfigur . . . . .	381
XX. <i>Auszüge</i> .	
1. <i>J. C. W. Humfrey</i> , die Wirkung einer Spannung auf die krystallinische Struktur des Blei . . . . .	388
2. <i>G. T. Beilby</i> , über das Fließen der Oberflächenschicht in krystallinischen festen Körpern bei mechanischer Störung . . . . .	389
3. <i>Derselbe</i> , die Wirkung von Wärme und Lösungsmittel auf dünne Metallhäutchen . . . . .	390
4. <i>D. B. Brace</i> , über ein Spektropolariskop mit empfindlichen Streifen . . . . .	390
5. <i>R. W. Wood</i> , über Lichtfilter für ultraviolette Strahlen . . . . .	391
6. <i>R. J. Strutt</i> , Fluoreszenz einiger Krystalle in den X-Strahlen . . . . .	391
7. <i>T. M. Lowry</i> und <i>G. C. Donington</i> , über Kampher- $\beta$ -Thiol . . . . .	391
8. <i>T. M. Lowry</i> , krystallographische Notizen über einige Kampherderivate . . . . .	392
9. <i>C. Simmonds</i> , die Constitution gewisser Silicate . . . . .	393
10. <i>D. A. Macalister</i> , über Zinn und Turmalin . . . . .	396
11. <i>A. K. Coomaraswamy</i> , Beobachtungen über den Trec-Marmor . . . . .	386
12. <i>J. B. Serivenor</i> , über den Granit und Greisen von Cligga Head (Cornwall) . . . . .	397
13. <i>T. H. Holland</i> , über die Constitution, Entstehung und Entwässerung des Laterit . . . . .	397
14. <i>A. K. Coomaraswamy</i> , ein Vorkommen von Korund in situ bei Kandy, Ceylon . . . . .	398

	Seite
15. <i>W. Mackie</i> , eine schnelle und leichte Methode für die Bestimmung spezifischer Gewichte . . . . .	399
16. <i>K. Grossmann</i> und <i>J. Lomas</i> , über die Entstehung und die Formen des Rauhreifs . . . . .	399
17. <i>G. T. Beilby</i> , über eine körnige und spießige Structur bei festen Körpern . . . . .	399
18. <i>J. J. H. Teall</i> , über Entdolomitisierung . . . . .	400
19. <i>M. J. Seymour</i> , Ergänzungen zu dem Verzeichnisse der Mineralien Irlands . . . . .	400
20. <i>J. G. Goodchild</i> , Beiträge zur Mineralogie Schottlands . . . . .	400
21. <i>Derselbe</i> , über einfachere Methoden in der Krystallographie . . . . .	401
22. <i>Derselbe</i> , über einige Pseudomorphosen nach einem Kalknatronfeldspat . . . . .	402
23. <i>Derselbe</i> , die Geognosie der Turmaline Schottlands . . . . .	402
24. <i>Derselbe</i> , über die Eisenerze Schottlands . . . . .	402
25. <i>J. Strachan</i> , Notizen über Achate von den Pentland Hills . . . . .	403
26. <i>J. Joly</i> , eine verbesserte Vorrichtung für verticale Beleuchtung mit polarisiertem Licht . . . . .	403
27. <i>R. J. Moss</i> , über eine Doppleritprobe aus Irland . . . . .	403
28. <i>E. J. Spitta</i> , eine Vorrichtung für die Erzeugung monochromatischen Lichtes mittels Kalklicht . . . . .	404
29. <i>A. Ashe</i> , die Photographie der Hohlräume in Mineralien, sowie die Bestimmung der Condensationstemperatur der darin enthaltenen Gase . . . . .	404
30. <i>T. L. Walker</i> , ein Diamantvorkommen im Kalahandistaat in den Centralprovinzen von Indien . . . . .	404
31. <i>T. H. Holland</i> , die Glimmervorkommen von Indien . . . . .	405
32. <i>G. C. Hoffmann</i> , mineralogische Notizen . . . . .	406
33. <i>C. Anderson</i> , über ein mit Montmorillonit verwandtes Mineral von Exeter, Neu-Süd-Wales . . . . .	406
34. <i>H. C. Jenkins</i> , über ein interessantes Vorkommen von Gold in Victoria . . . . .	407
35. <i>A. C. Cumming</i> , Coorongit, ein südaustralischer Elaterit . . . . .	407
36. <i>A. Liversidge</i> , über die Meteoriten von Boogaldi, Barratta, Gilgoin und Eli Elwah . . . . .	407
37. <i>J. Park</i> , Notizen über das Vorkommen von gediegen Blei zu Parapara, Collingwood . . . . .	407
38. <i>A. Hutchinson</i> , chemische Zusammensetzung und optische Eigenschaften des Chalybit aus Cornwall . . . . .	408
39. <i>G. T. Prior</i> , über einen Zusammenhang zwischen Molekularvolumen und chemischer Zusammensetzung bei einigen krystallographisch ähnlichen Mineralien . . . . .	409
40. <i>G. T. Prior</i> und <i>A. K. Coomaraswamy</i> , Serendibit, ein neues Borsilicat von Ceylon . . . . .	411
41. <i>G. T. Prior</i> , über Mineralien in Gesteinen aus Britisch-Ostafrika . . . . .	412
42. <i>G. F. Herbert Smith</i> , einige neue Formen am Krennerit . . . . .	413
43. <i>L. J. Spencer</i> , mineralogische Notizen über westaustralische Telluride und die Nichtexistenz von Kalgoorlit und Coolgardit als Mineralspecies . . . . .	413
44. <i>W. J. Lewis</i> , Notizen über Mineralien aus der Gegend von Binn in der Schweiz . . . . .	416

	Seite
45. <i>F. E. E. Lamplough</i> , über einige neue Formen an Proustite . . .	417
46. <i>L. J. Spencer</i> , Krystallformen von Carbiden und Siliciden von Eisen und Mangan . . . . .	417
47. <i>A. H. Miers</i> , über die Verwendung von Glimmer (Fuchsite) in der Ornamentik der Alten . . . . .	419
48. <i>H. L. Bowman</i> , die Brechungsindices von Pyromorphit, Mimetesit und Vanadinit . . . . .	419
49. <i>Derselbe</i> , einige seltene Calcitwillinge von Somerset . . . . .	420
50. <i>T. V. Barker</i> , einige Quarzkrystalle von de Aar (Kapkolonie) und anderen Fundorten . . . . .	420
51. <i>R. H. Solly</i> , Bleisulfarsenite aus dem Binnental. Teil IV. Seligmannit; mit einer ergänzenden Notiz über Baumhauerit . . . . .	421
52. <i>A. Hutchinson</i> , über Diathermansie des Antimonit . . . . .	423
53. <i>J. B. Scrivenor</i> , 1. Anatas in der Trias von Mittelengland. 2. Ein besonderes Vorkommen von Magnetit im oberen Buntsandstein . . . . .	424
54. <i>W. B. Giles</i> , Bakerit (ein neues Calciumborosilicat) und Howlit aus Californien . . . . .	424
55. <i>H. F. Collins</i> , das Wollastonitgestein der Santa Fé-Mine im Staate Chiapas, Mexico, und seine Begleitminerale . . . . .	425
56. <i>O. B. Boeggild</i> , über einige Mineralien aus dem Nephelinsyenit von Julianehaab, Grönland . . . . .	426
57. <i>W. C. Brögger</i> , über die chemische Zusammensetzung des Xenotim . . . . .	429
58. <i>J. C. Moberg</i> , das Kaolinvorkommen von Ifö . . . . .	429
59. <i>A. Bygdén</i> , Analysen einiger Mineralien von Gellivare Malmberg . . . . .	429
60. <i>Alb. Vesterberg</i> , chemische Studien über Dolomit und Magnesit. III. Einwirkung von kohlensäuregesättigtem Wasser auf magnesia-reiche Kalkalgen . . . . .	430
61. <i>G. Murgoci</i> , Mineralien aus der Dobrudscha . . . . .	430
62. <i>B. Popoff</i> , über Rapakiwi aus Südrussland . . . . .	431

## Heft V. (Geschlossen am 10. Oktober 1905.)

XXI. <i>L. C. Graton</i> und <i>W. T. Schaller</i> , über Purpurit, ein neues Mineral . . .	433
XXII. <i>K. Zimányi</i> , über den Zinnober von Alsósajó und die Lichtbrechung des Zinnobers von Almáden. Hierzu Taf. IV u. V. u. 1 Textfigur . . .	439
XXIII. <i>E. v. Fedorow</i> , Krystallisation des Quereit und Calcit. Mit 4 Textfiguren . . . . .	455
XXIV. <i>C. Viola</i> , über bromsaures Silber. Mit 7 Textfiguren . . . . .	470
XXV. <i>Kürzere Originalmitteilungen und Notizen:</i>	
1. <i>E. v. Fedorow</i> , der einfachste Beweis des zur Bestimmung der Hauptstructurarten dienenden Satzes. . . . .	478
2. <i>F. Haag</i> , Notiz zu dem Aufsätze von K. Lippitsch: Stereometrie hemiëdrischer Formen des regulären Systems (d. Z. 41, 134). . .	480
3. <i>H. Steinmetz</i> , Messung einiger Doppelchloride des fünfwertigen Antimons. Mit 3 Textfiguren. . . . .	481
4. <i>L. Stibing</i> , über Aurodibenzylsulfinchlorid. Mit 1 Textfigur. . .	483
XXVI. <i>Auszüge.</i>	
1. <i>J. Fromme</i> , Minerale aus dem Radautale, u. a. Pyknochlorid, eine neue Chloritart . . . . .	484
2. <i>E. Weinschenk</i> , über eine Verbesserung an der Polarisator-einrichtung von Mikroskopen . . . . .	485



	Seite
3. <i>Derselbe</i> , Korund aus Tirol . . . . .	486
4. <i>J. Melion</i> , neuer Fundort von Beryll bei Zöptau-Petersdorf . . . . .	486
5. <i>M. Lechner</i> , neue Funde aus Böhmen . . . . .	486
6. <i>J. Frieser</i> , Kalkuranit von Schlaggenwald . . . . .	486
7. <i>F. Becke</i> , das Zwillingsgesetz des Dolomits . . . . .	486
8. <i>F. Cornu</i> , neue Mineralfunde . . . . .	487
9. <i>J. Moröxewicz</i> , über zwei neue, dem Pyrophyllit analoge Mineralverbindungen . . . . .	487
10. <i>F. M. Jaeger</i> , über die Identität des Hallstädter Simonyits mit dem Astrakanit . . . . .	488
11. <i>H. Graf Keyserling</i> , der Gloggnitzer Korallenstein, ein feinkörniger Ortho-Riebeckitgneis . . . . .	489
12. <i>H. Tertsch</i> , optische Orientierung von Feldspäten der Oligoklasgruppe . . . . .	490
13. <i>A. von Loehr</i> , ein neues Spessartinvorkommen . . . . .	491
14. <i>F. Becke</i> , Orthoklaskristalle aus dem Quarzporphyr der Val Floriana . . . . .	491
15. <i>C. Doelter</i> , Beziehungen zwischen Schmelzpunkt und chemischer Zusammensetzung der Mineralien . . . . .	491
16. <i>E. Weinschenk</i> , über einen eigenartig ausgebildeten Diopsid von Moravicia (Vaskö) in Ungarn . . . . .	492
17. <i>R. Koehlin</i> , über Zirkon . . . . .	492
18. <i>F. Cornu</i> , Zeolithvorkommen des böhmischen Mittelgebirges . . . . .	493
19. <i>F. Becke</i> , über Bestimmung der Dispersion der Doppelbrechung . . . . .	493
20. <i>G. Tschermak</i> , eine Beziehung zwischen chemischer Zusammensetzung und Krystallform . . . . .	495
21. <i>L. Hexner</i> , ein Beitrag zur Kenntnis der Eklogite und Amphibolite mit besonderer Berücksichtigung der Vorkommnisse des mittleren Ötztals . . . . .	496
22. <i>O. Pohl</i> , über Turnerit und Anatas von Prägratten in Tirol . . . . .	497
23. <i>F. Focke</i> , über den als Desmin angesehenen Albit von Schlaggenwald . . . . .	497
24. <i>C. Hlawatsch</i> , zwei krystallisierte Hüttenprodukte von Beraun . . . . .	498
25. <i>Derselbe</i> , eine merkwürdige Hornblende aus dem Gabbrodiorit von Jablanica . . . . .	498
26. <i>C. Hlawatsch</i> , Absorptionsspectrum b und c des Alexandrit . . . . .	499
27. <i>Derselbe</i> , Titanit von Moos im Passeier . . . . .	499
28. <i>Derselbe</i> , ein Chabasitvorkommen von Predazzo . . . . .	499
29. <i>K. A. Redlich</i> , Turmalin in Erzlagerstätten . . . . .	499
30. <i>J. Gößl</i> , Pseudomorphose von Quarz nach Kalkspat oder Dolomit . . . . .	500
31. <i>V. Neuwirth</i> , über einige interessante Epidotkrystalle von Zöptau . . . . .	500
32. <i>K. A. Redlich</i> , die Walchen bei Öblarn. Ein Kiesbergbau im Ennstal . . . . .	500
33. <i>J. Härhager</i> , das Eisensteinvorkommen bei Neumarkt in Obersteier . . . . .	501
34. <i>K. A. Redlich</i> , die Kupferschürfe des Herrn Heraeus in der Veitsch. <i>Derselbe</i> , über das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der steirischen Alpen . . . . .	501
35. Geologisch-bergmännische Karten mit Profilen von Raibl nebst Bildern von den Blei- und Zinkerzlagerstätten in Raibl . . . . .	501
36. <i>C. v. John</i> und <i>C. F. Eichleiter</i> , Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der k. k. geologischen Reichsanstalt, ausgeführt in den Jahren 1901—1903 . . . . .	501
37. <i>K. A. Redlich</i> , über das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der steirischen Alpen . . . . .	503

	Seite
38. <i>L. Mrázek</i> und <i>L. Duparc</i> , über die Brauneisensteinlagerstätten des Bergrevieres von Kisel im Ural (Kreis Solikamsk, Gouv. Perm)	504
39. <i>W. Teisseyre</i> und <i>L. Mrázek</i> , das Salzvorkommen in Rumänien	505
40. <i>A. Rzehak</i> , barytführende Septarien im Alttertiär der Umgebung von Saybusch in Westgalizien	506
41. <i>R. J. Schubert</i> , zur Geologie des Kartenblattbereiches Benkowac-Novigrad	506
42. <i>E. Döll</i> , über neue Pseudomorphosen: Quarz nach Pyrrhotin, Markasit nach Rutil, Limonit nach Quarz	507
43. <i>W. Hammer</i> , über die Pegmatite der Ortler Alpen	507
44. <i>L. K. Moser</i> , Manganerzvorkommen von Kroglje bei Dolina in Istrien	507
45. <i>C. Doelter</i> , der Monzoni und seine Gesteine II. Th.	507
46. <i>G. Tschermak</i> , über die chemische Constitution der Feldspäte	508
47. <i>V. v. Lang</i> , krystallographische Untersuchung organischer Körper	509
48. <i>K. v. Haßlinger</i> und <i>J. Wolf</i> , über die Entstehung von Diamanten aus Silicatschmelzen	511
49. <i>F. Berwerth</i> , der meteorische Eukrit von Peramiho	512
50. <i>E. Cohen</i> †, das Meteoreisen von Millers Run bei Pittsburgh und Nickelsmaragd auf Rostrinde von Werchne Dnieprowsk.	513
51. <i>L. H. Borgström</i> , die Meteoreisen von Hvittis und Marjalahti	513
52. <i>C. F. Kolderup</i> , die Labradorfelse des westlichen Norwegens	515
53. <i>F. Zirkel</i> , über Urausscheidungen in rheinischen Basalten	516
54. <i>V. Goldschmidt</i> und <i>Fr. E. Weight</i> , über Ätzfiguren, Lichtfiguren und Lösungskörper mit Beobachtungen am Calcit.	521
55. <i>C. Viola</i> , ein Wort zur Krystallstructur	521
56. <i>A. Johnsen</i> , über Zwillingsbildung	522
57. <i>H. Baumhauer</i> , über Flächenentwicklung und Krystallstructur des rhombischen Schwefels und des Anatas	523
58. <i>A. Johnsen</i> , die anomalen Mischkrystalle.	524

## Heft VI. (Geschlossen am 21. November 1905.)

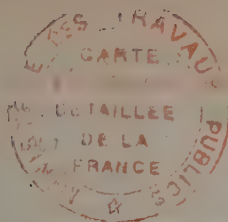
XXVII. <i>A. Nold</i> , Grundlagen einer neuen Theorie der Krystallstructur. Dritte Abhandlung. Mit 2 Textfiguren	529
XXVIII. <i>C. Viola</i> , Die Aufgabe der Transformation der Coordinaten in der Krystallographie. Mit 1 Textfigur	602
XXIX. <i>L. Stibing</i> , Mischkrystalle von $K_2SO_4$ und $K_2CrO_4$	611
XXX. <i>Auszüge</i> .	
1. <i>F. Rinne</i> , Beitrag zur Kenntnis der Umformung von Kalkspatkrystallen und von Marmor unter allseitigem Drucke	625
2. <i>E. Harbort</i> , zur Frage nach der Entstehung gewisser devonischer Roteisenerzlagerstätten	626
3. <i>G. Medanich</i> , Beiträge zur experimentellen Petrographie	626
4. <i>O. Mügge</i> , die regelmäßigen Verwachsungen von Mineralien verschiedener Art	628
5. <i>G. Lönck</i> , die Bildung der Oolithe und Rogensteine	633
6. <i>Fr. Heineck</i> , die Diabase an der Bahnstrecke Hartenrod-Übernthal bei Herborn	634
7. <i>O. Hecker</i> , petrographische Untersuchung der Gabbrogesteine des oberen Veltlin	635
8. <i>K. Petrasch</i> , Beiträge zur experimentellen Petrographie	636

	Seite
9. <i>M. Schwrig</i> , Untersuchungen über die Differentiation der Magmen	638
10. <i>A. Johnsen</i> , ein neues Mischungsmitglied der $MgCO_3$ -Reihe . . . . .	640
11. <i>F. v. Wolff</i> , über zwei mineralogisch interessante Steinbeile . . . . .	640
12. <i>F. Zambonini</i> , Beiträge zur Mineralogie Piemonts . . . . .	640
13. <i>A. Bergeat</i> , die Produkte der letzten Eruption am Vulkan S. Maria - in Guatemala . . . . .	642
<i>C. Schmidt</i> , über vulkanische Asche, gefallen in S. Cristobal I. C. (Süd-Mexico) am 25. Oktober 1902 . . . . .	642
<i>R. Brauns</i> , Asche des Vulkans S. Maria in Guatemala . . . . .	642
<i>W. Schottler</i> , Bemerkung über die in San Cristobal am 25. Okto- ber 1902 gefallene Asche . . . . .	642
<i>A. Bergeat</i> , einige weitere Bemerkungen über die Produkte des Ausbruches am S. Maria in Guatemala . . . . .	642
14. <i>F. Rinne</i> , Verwandtschaft von Bromradium und Brombaryum . . . . .	643
15. <i>L. Brugnatelli</i> , über Artinit, ein neues Mineral der Asbestgruben von Val Lanterna (Veltlin) . . . . .	644
<i>Derselbe</i> , über Hydromagnesit und Arsenit von Emarese im Aostatal	644
16. <i>F. Slavík</i> und <i>J. Fěšer</i> , Datolith unterhalb Listic bei Beroun . . . . .	645
17. <i>J. Knetz</i> , Quarz von Asch und Karlsbad . . . . .	645
18. <i>R. Zimmermann</i> , neue Mineralien aus dem Quarzporphyr von Augustsburg in Sachsen . . . . .	646
19. <i>W. Vernadsky</i> u. <i>S. Popoff</i> , zur Paragenese des Goldes v. Siebenbürgen	646
20. <i>Y. Buchholz</i> , der Wassergehalt des Kupferuranits . . . . .	646
21. <i>C. Ochsenius</i> , blaues Steinsalz . . . . .	646
22. <i>A. Sachs</i> , Apatit von Grube Prinzenstein bei St. Goar, Rheinpreußen	646
23. <i>Derselbe</i> , Kalinatronglimmer als Drusenmineral in Striegau . . . . .	647
24. <i>F. Rinne</i> , Pleochroismus des grünen Mikroklin . . . . .	647
25. <i>E. Ilussak</i> , über den Raspit von Sumidouro, Minas Geraës (Brasilien)	647
26. <i>W. Florence</i> , über Stolzit und Scheelit von Marianna de Itacolumy im Staate Minas Geraës (Brasilien) . . . . .	648
27. <i>A. Johnsen</i> , Bittersalz-Zwillinge nach {110} . . . . .	648
28. <i>C. Doelter</i> , Krystallisationsgeschwindigkeit und Krystallisationsver- mögen geschmolzener Mineralien . . . . .	649
29. <i>J. Lenarčič</i> , über gegenseitige Löslichkeit und Ausscheidungsfolge der Mineralien im Schmelzflusse . . . . .	650
30. <i>E. Weinschenk</i> , weitere Beobachtungen über die Bildung des Graphits, speciell mit Bezug auf den Metamorphismus der alpinen Graphitlagerstätten . . . . .	651
31. <i>C. Ochsenius</i> , Glaubersalzschiechten im Adschidarja . . . . .	652
32. <i>E. Kohler</i> , Adsorptionsprocesse als Faktoren der Lagerstätten- bildung und Lithogenesis . . . . .	652
33. <i>J. Bellinger</i> , Bemerkungen über das Mangan- und Eisenerzvorkom- men bei Niedertiefenbach im Lahntal . . . . .	652
<i>Derselbe</i> , über die Entstehung der Mangan und Eisenerzvorkommen bei Niedertiefenbach im Lahntal . . . . .	652
34. <i>H. Everding</i> , die Schwerspatvorkommen am Rösteburg und ihre Beziehung zum Spaltennetz der Oberharzer Erzgänge . . . . .	653
35. <i>F. Cirkel</i> , Vorkommen und Gewinnung von Asbest in Canada . . . . .	653
36. <i>Th. v. Görecki</i> , die Magneteisenerzlagerstätten der Hütte »Niko- lajewski Zawod« im Gouv. Irkuck, Westsibirien . . . . .	654



37. <i>M. Blanckenhorn</i> , über das Vorkommen von Phosphaten, Asphaltkalk, Asphalt und Petroleum in Palästina und Ägypten. . . . .	655
38. <i>V. Novarese</i> , der Bauxit in Italien . . . . .	655
39. <i>J. Samojloff</i> , die Turjiterze Rußlands . . . . .	656
40. <i>Löcke</i> , Opal in der Gegend von Dillenburg . . . . .	656
41. <i>P. Krusch</i> , Beitrag zur Kenntnis der nutzbaren Lagerstätten Westaustraliens . . . . .	656
42. <i>L. Loewe</i> , über sekundäre Mineralbildung auf Kalisalzlagern. . . . .	658
43. <i>W. Graichen</i> , die Newlands-Diamantminen, Südafrika . . . . .	659
44. <i>E. Sommerfeld</i> , kettenbruchähnliche Entwicklungen zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens bestimmter Flächencombinationen an Krystallen . . . . .	659
45. <i>F. M. Jaeger</i> , krystallographische Untersuchungen an einer Reihe organischer Verbindungen . . . . .	662
46. <i>J. Behr</i> , Beiträge zu den Beziehungen zwischen eutropischen und isomorphen Substanzen. . . . .	666
47. <i>J. H. van't Hoff</i> und <i>G. Just</i> , der hydraulische oder sogen. Estrichgyps . . . . .	667
48. <i>J. H. van't Hoff</i> , Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen. . . . .	668
XXX. <i>J. H. van't Hoff</i> und <i>H. Barschall</i> , die isomorphen Mischungen Arkanit, Aphtalose und Natronkalisimonyit . . . . .	668
XXXI. <i>J. H. van't Hoff</i> und <i>G. Just</i> , die untere Temperaturgrenze der Bildung von Vanthoffit bei 46° . . . . .	670
XXXII. <i>J. H. van't Hoff</i> und <i>W. Meyerhoffer</i> , die obere Existenzgrenze von Schönit, Magnesiumsulfathepta- und -hexahydrat, Astrakanit, Leonit und Kainit bei Anwesenheit von Steinsalz . . . . .	670
XXXIII. <i>J. H. van't Hoff</i> und <i>E. Farup</i> , das Auftreten der Kalksalze Anhydrit, Glauberit, Syngenit und Polyhalit bei 25° . . . . .	671
49. <i>A. Geiger</i> , künstliche Darstellung des Krugits . . . . .	672
50. <i>C. Doelter</i> , Adaptierung des Krystallisationsmikroskopes zum Studium der Silikatschmelzen . . . . .	672
51. <i>F. Hinden</i> , neue Reaktionen zur Unterscheidung v. Calcit u. Dolomit . . . . .	673
52. <i>G. B. Hogenraad</i> , über eine Eisenrose vom St. Gotthard. . . . .	673
53. <i>T. Hiki</i> , über die Allanit-Krystalle vom Hiei-Berge. . . . .	673
54. <i>R. Delkeskamp</i> , über die Krystallisationsfähigkeit von Kalkspat, Schwerspat und Gyps bei ungewöhnlich großer Menge eingeschlossenen Quarzsandes. . . . .	673
55. <i>A. Hofmann</i> , vorläufiger Bericht über turmalinführende Kupferkiese vom Monte Mulatto . . . . .	673
56. <i>A. Hofmann</i> , über den Pyrolusit von Narysov . . . . .	674
57. <i>R. Canaval</i> , Bemerkungen über das Eisenglanzvorkommen von Waldenstein in Kärnten . . . . .	674
58. <i>V. Neuwirth</i> , der Epidot von Zöptau in Mähren . . . . .	675
59. <i>H. Preiswerk</i> , die metamorphen Peridotite und Gabbrogesteine in den Bündnerschiefern zwischen Visp und Brig (Wallis) . . . . .	677
60. <i>G. Rütsch</i> , zur Kenntnis des Rofnagesteines. . . . .	677
61. <i>H. Bücking</i> , die Porphyroidschiefer und verwandte Gesteine des Hinter-Taunus. . . . .	678

	Seite
62. <i>W. Bergt</i> , über einige sächsische Minerale . . . . .	678
63. <i>A. B. Meyer</i> , zur Nephritfrage. . . . .	679
64. <i>A. Sachs</i> , über Anpassungserscheinungen bei Karlsbader und Bavenoer Verwachsungen des Kalifeldspats . . . . .	679
65. <i>O. Wenglein</i> , über Perthitfeldspäte. . . . .	680
66. <i>A. Schmidt</i> , tabellarische Übersicht der Mineralien des Fichtelgebirges und des Steinwaldes. . . . .	680
67. <i>J. Beckenkamp</i> , über einen Fund von gediegenem Eisen. . . . .	681
68. <i>E. Weinschenk</i> und <i>A. Brunkhuber</i> , der Weihermühlenberg bei Regens- tauf . . . . .	681
69. <i>A. Ries</i> , das krystallinische Gebirge am Donaurand des bayrischen Waldes . . . . .	681
70. <i>R. Beck</i> , die Nickelerzlagertstätte von Sohland a. d. Spree und ihre Gesteine . . . . .	681
<i>A. Dieseldorff</i> , Berichtigung hierzu . . . . .	681
71. <i>W. Salomon</i> , der Zechstein von Eberbach und die Entstehung der permischen Odenwälder Manganmulme . . . . .	683
72. <i>E. Semper</i> , über die Salpeterablagerungen in Chile . . . . .	683
<i>C. Ochsenius</i> , Salpeterablagerungen in Chile . . . . .	683
73. <i>H. Lotz</i> , über das Asphaltvorkommen von Ragusa in Sizilien, Prov. Siracus . . . . .	684
74. <i>E. Zimmermann</i> , Anhydrit mit Karrenoberflächen . . . . .	684
75. <i>K. Gagal</i> , geologische Beobachtungen auf Madeira . . . . .	684
76. <i>A. Jentsch</i> , die Verbreitung der Bernstein führenden blauen Erde . . . . .	684
77. <i>J. Meyer</i> , über die Umwandlung polymorpher Substanzen . . . . .	685
78. <i>F. W. Küster</i> , über das Wesen des metastabilen Zustands . . . . .	685
79. <i>W. Meyerhoffer</i> , über tetragene Doppelsalze, mit besonderer Be- rücksichtigung des Kainits . . . . .	686
80. <i>H. Steinmetz</i> , Krystallform von Ammonium- und Kaliumvanadyl- rhodanid . . . . .	686
81. <i>F. M. Jarger</i> , Krystallform des Baryumsilicates $\text{BaSiO}_3 \cdot 6 \text{ aqu.}$ . . . . .	687
82. <i>G. Tammann</i> , über den Einfluß des Druckes auf die Umwandlungs- temperatur des Eisens . . . . .	687
83. <i>B. Rathke</i> , nochmals das Schwefel-Selen . . . . .	688
84. <i>O. B. Böggild</i> , Messung des Kaliumplatinbromür $\text{K}_2\text{PtBr}_4 \cdot 2 \text{ aqu.}$ . . . . .	688
85. <i>C. Bodewig</i> , Messung von Diphenylaminderivaten . . . . .	689
86. <i>F. v. Wolff</i> , Messung einer Säure $\text{C}_{26} \text{H}_{32} \text{O}_3$ . . . . .	689
87. <i>Th. Rotarski</i> , über die sogenannten flüssigen Krystalle . . . . .	689
88. <i>Ch. Hollander</i> , Messung des ecgoninsäuren Kupfers . . . . .	690
89. <i>A. Fock</i> , Messung von $\beta$ und $\alpha$ -Benzylisochinolin, $\text{C}_{18} \text{H}_{13} \text{N}$ . . . . .	690
90. <i>A. Schwantke</i> , Krystallform des Benzoyl-p-tertiäramylphenols, $\text{C}_{19}$ $\text{H}_{23} \text{O}_2$ . . . . .	691
91. <i>A. Fock</i> , Krystallform des Aethyl-allyl-methyl-phenyl-ammonium- jodids, $\text{C}_{12}\text{H}_{12} \text{NJ} + \text{CHCl}_3$ . . . . .	691
<i>Berichtigungen und Zusätze</i> . . . . .	692, 717
<i>Autorenregister</i> . . . . .	693
<i>Sachregister</i> . . . . .	704
<i>Mittheilung der Redaction</i> . . . . .	718



# I. Krystallographische Untersuchung des Millerit.

Von

Ch. Palache und H. O. Wood in Cambridge, Mass.

(Mit 8 Textfiguren.)

Der Millerit wurde zuerst 1835 von Miller krystallographisch beschrieben in einer Abhandlung<sup>1)</sup>, welche historisch dadurch interessant ist, daß hier zum ersten Male Miller sein System der Indices zur Anwendung bringt. An abgebrochenen Krystallen, ohne natürliche Endflächen, bestimmte er die Formen  $b\{211\} = \{40\bar{1}0\}$ ,  $o\{111\} = \{0001\}$ ,  $k\{5\bar{1}\bar{4}\} = \{21\bar{3}0\}$ ,  $e\{110\} = \{01\bar{1}2\}$ ,  $r\{100\} = \{10\bar{1}1\}$ ,  $r_1\{\bar{1}22\} = \{01\bar{1}1\}$ ,  $v\{4\bar{1}\bar{1}\} = \{50\bar{5}2\}$ . An einem einzelnen Krystalle mit matten Endflächen fand er durch Contactmessung die Form  $t\{44\bar{5}\} = \{03\bar{3}1\}$ . Der Winkel  $o:r = 20^\circ 50'$  war das Mittel aus mehreren Ablesungen und führte zum Axenverhältnis  $a:c = 1:0,3293$ , das bis heute beibehalten wurde. Da nähere Angaben über Flächen und Messungen fehlen, so müssen wir schließen, daß Miller damals fünf Arten der Spaltbarkeit annahm, nämlich parallel  $o$ ,  $e$ ,  $r$ ,  $r_1$  und  $v$ . In seiner »Mineralogie«<sup>2)</sup> ist die Sache etwas abweichend dargestellt. Es ist hier neu aufgeführt das Prisma  $a\{10\bar{1}\} = \{11\bar{2}0\}$  und an Stelle von  $v$  ist  $e_1\{411\} = \{10\bar{1}2\}$  angegeben, ohne weitere Erklärung. Er erwähnt auch, daß möglicherweise die Spaltbarkeit nach den beiden positiven und negativen Rhomboëdern,  $r$  und  $r_1$  und  $e$  und  $e_1$ , von versteckter Zwillingsbildung nach der Verticalaxe herrührt. Das Rhomboëder  $v\{4\bar{1}\bar{1}\}$  bleibt also zweifelhaft; Spaltbarkeit wird nach der Basis und den beiden Rhomboëdern  $r$  und  $e$  erwähnt.

1892 beschrieb Laspeyres<sup>3)</sup> den Beyrichit und Paramorphosen von Millerit nach Beyrichit. Er schließt, daß aller Millerit vom Beyrichit sich ableitet und daß, soweit Krystalle der beiden Mineralien untersucht sind,

1) Phil. Mag. 1835, 6, 404.

2) Phillips, Mineralogy 1852, S. 463.

3) Diese Zeitschr. 1892, 20, 535.



sie in ihren krystallographischen Eigenschaften identisch sind. Die beobachteten Formen waren  $b\{211\} = \{10\bar{1}0\}$ ,  $a\{10\bar{1}\} = \{11\bar{2}0\}$ ,  $i\{3\bar{2}\bar{1}\} = \{41\bar{5}0\}$ ,  $r\{100\} = \{10\bar{1}1\}$  und  $e\{22\bar{1}\} = \{01\bar{1}2\}$ ; die beiden letzteren treten sowohl als Spaltungsflächen wie als matte Endflächen auf und zwar in scheinbar positiver und negativer Stellung infolge der Verzwillingung nach der Verticalaxe. Das Axenverhältnis  $a:c = 4:0,3277$  wurde aus Winkelmessungen des Spaltungsrhomboëders berechnet.

Die Form  $i\{3\bar{2}\bar{1}\}$  gründet sich nur auf schlechte Messungen, deren Mittelwert um mehr als  $4^\circ$  vom berechneten Werte abweicht; sie muß daher als sehr zweifelhaft betrachtet werden.

1893 beschreibt Laspeyres in einer Abhandlung<sup>1)</sup> über die verschiedenen Nickelerzlager am Rhein mehrere Vorkommen von Millerit. An Handstücken von zwei Fundorten wurden Krystalle mit Endflächen beobachtet, die jedoch nicht meßbar waren; sie zeigten  $e\{0004\}$ ;  $r\{40\bar{1}1\}$  neben den gewöhnlichen Prismenformen.

Die sämtlichen bis jetzt beobachteten Formen sind also:  $b\{10\bar{1}0\}$ ,  $a\{11\bar{2}0\}$ ,  $k\{21\bar{3}0\}$ ,  $e\{0004\}$ ,  $e\{01\bar{1}2\}$ ,  $r\{10\bar{1}1\}$ ; zweifelhaft sind:  $i\{41\bar{5}0\}$ ,  $v\{50\bar{5}2\}$ ,  $t\{03\bar{3}1\}$ . Spaltbarkeit nach  $r$  und  $e$ .

In der mineralogischen Sammlung der Harvard-Universität befindet sich eine Reihe von Handstücken, die aus der Sammlung von Prof. J. D. Whitney stammen und das Vorkommen des Millerit und seiner Begleitminerale in der alten Nickelmine bei Orford, Prov. Quebec, erläutern. Die Schönheit, Vollkommenheit und ungewöhnliche Größe dieser Milleritkrystalle veranlaßte ihre Untersuchung; es ergab sich beim Durchsuchen der Literatur, daß eine eingehendere Beschreibung dieses Vorkommens nicht existiert. Die Untersuchung dieses Minerals hat vieles ergeben hinsichtlich unserer Kenntnis von den krystallographischen Eigenschaften des Millerit, weswegen im folgenden die Beschreibung wiedergegeben ist.

Das Nickelerzlager liegt an der Ostseite des Brompton-Sees im Stadtbezirk von Orford, Prov. Quebec. Es besteht, wie man aus zerstreuten Notizen in den Kanadischen »Survey Reports« entnehmen kann, aus einem mächtigen Gange, hauptsächlich gebildet von körnigem, weißem Kalk, welcher Serpentin durchsetzt. Im Gemenge mit dem Kalk und besonders reichlich an den Salbändern des Ganges treten beträchtliche Massen eines durchsichtigen grünen Chromgranats und eines hellgefärbten Diopsid sowohl in körnigen Aggregaten, als auch in langen, dicken Krystallen auf. Der Millerit ist in Körnern und Prismen unregelmäßig durch die ganze Gangmasse verbreitet. Das Erzlager ist schon lange bekannt; es scheint in den siebziger Jahren kurze Zeit abgebaut worden zu sein, wurde aber bald

1) Das Vorkommen und die Verbreitung des Nickels im rheinischen Schiefergebirge. Verh. nat.-hist. Ver. Rheinld. 1893, 1, 442. Ref. diese Zeitschr. 25, 592.

wieder aufgelassen, da der Nickelgehalt des Gangmaterials, weniger als 1 %, zu gering war, um den Abbau zu lohnen.

Die vorliegenden Handstücke bestehen hauptsächlich aus Chromgranat, teils in körnigen Massen, teils in Aggregaten kleiner einzelner Krystalle, welche durch ein Kalkcement zusammengekittet sind; entfernt man den Kalk durch Säuren, so zerbröckelt die Masse. Im letzteren Falle und überall, wo der Granat in Berührung mit Calcit kommt, tritt er in ausgebildeten Krystallen auf, mit dem Dodekaëder als herrschender Form. An einigen Krystallen waren die Ecken durch Flächen zugeschärft, welche nach der Messung den Hexakisoktaëdern {358} und {459} angehören; letztere Form ist neu für den Granat. Die Flächen sind außerordentlich schmal und die Reflexe schlecht, woraus sich die beträchtlichen Schwankungen in der Neigung der Flächen ergeben.

Symbol		Beob. (Mittel):		Zahl der Flächen:	Berechnet:	
Miller:	G <sub>1</sub>	$\varphi$	$\varrho$		$\varphi$	$\varrho$
(358)	$\frac{3}{8} \frac{5}{8}$	32° 12'	35° 37'	6	30° 58'	36° 5'
(385)	$\frac{3}{8} \frac{8}{8}$	24 0	60 8	5	20 33	59 40
(583)	$\frac{5}{8} \frac{8}{8}$	34 24	74 42	5	32 0	72 24
(459)	$\frac{4}{8} \frac{5}{8}$	39 46	35 26	6	38 39	35 26
(459)	$\frac{4}{8} \frac{8}{8}$	23 36	62 43	5	23 58	63 5
(594)	$\frac{5}{8} \frac{9}{8}$	28 46	68 17	5	29 3	68 46

Der Granat ist von grüner Farbe, die von einem gelblichen Ton in dichten Stücken zu einem tiefen smaragdgrün in den glänzenden durchscheinenden Krystallen variiert.

Die folgende Analyse von T. Sterry Hunt ist Dawsons Geology of Canada S. 497 entnommen.

	I.	II.
<i>SiO<sub>2</sub></i>	36,65	—
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	17,50	—
<i>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	6,20	6,93
<i>FeO</i>	4,97	4,80
<i>CaO</i>	33,20	33,29
<i>MgO</i>	0,84	—
Glühverlust	0,30	—
Summe	99,63	

Nach der Analyse ist der Granat Uwarowit, mit einem sehr kleinen Chromgehalt.

Der Granat enthält kleine Einschlüsse von Chromit, stellenweise in ganz beträchtlicher Menge.

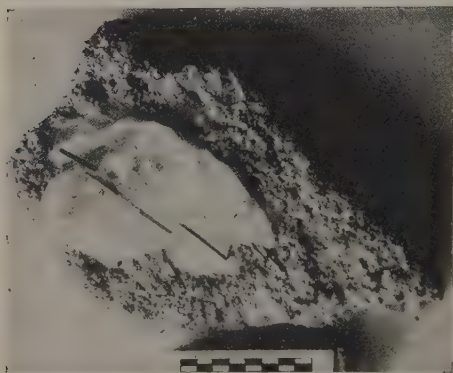
Der Pyroxen ist gelbgrau oder blaßgrün. Er ist entweder in isolierten Krystallen in das Calcitaggregat eingebettet, oder in körnigen fast ganz aus

diesem Mineral bestehenden Massen, oder er sitzt in winzigen Krystallen auf den Granataggregaten auf. Die Krystalle sind prismatisch und oft groß, bis zu sechs und mehr Zoll in der Länge. Die Pinakoide  $a\{100\}$ ,  $b\{040\}$  herrschen vor; schmal treten immer noch die Flächen der Prismen  $m\{110\}$  und  $i\{130\}$  auf. Diese Formen besitzen immer glatte und glänzende Flächen; die Endflächen sind dagegen immer matt, und Messungen waren nur sehr schwierig zu erhalten. Die Formen  $p\{104\}$  und  $u\{111\}$  treten immer, winzige Flächen von  $c\{004\}$  und  $s\{111\}$  gelegentlich auf. Mehrere andere Pyramiden, die bekannten Pyroxenformen nicht entsprechen, wurden beobachtet. Zwillinge nach dem gewöhnlichen Pyroxengesetz, mit  $(100)$  als Zwillingsebene, sind häufig. Eine Analyse dieses Materials scheint nicht zu existieren.

Die Ausfüllungsmasse des Ganges, der Calcit, ist schneeweiß und sehr grobkörnig. Spaltungsrhomben bis zu drei Zoll im Durchmesser sind zu erhalten. Charakteristisch ist eine außergewöhnliche Entwicklung der Gleitzwillinge nach  $c\{110\}$ , durch Druck entstanden, so daß man oft eine Trennung parallel dem negativen Rhomboëder hervorbringen kann mit glatten reflectierenden Flächen, die denen der Spaltbarkeit kaum nachstehen. Die Absonderung nach Zwillingflächen beim Calcit ist besonders zu bemerken, da die nämliche Structur auch beim Millerit entwickelt ist, wie unten gezeigt wird.

Der Millerit findet sich zerstreut durch den dichten Granat, reichlicher an der Grenze zwischen Granat oder Pyroxen und Calcit, und schließlich ganz eingebettet in Calcit. Die Aggregate von Granat, Pyroxen, Calcit und

Fig. 4.



Millerit lassen eine Reihenfolge in der Bildung der Mineralien nicht erkennen; sie scheinen alle vielmehr zusammen auskrystallisiert zu sein. Der in dichten Granat eingelagerte Millerit besteht aus kleinen Körnern. An den Berührungsflächen, die frei werden, wenn man den Calcit durch Säuren entfernt, tritt der Millerit entweder in kurzen, starken Prismen auf, die lose auf dem Granat aufsitzen und mit

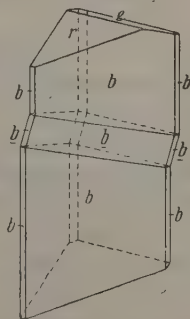
ausgebildeten Endflächen in den Calcit hineinragen, oder die Prismen sind lang, relativ dünn und gestreift, liegen parallel zur Granatoberfläche und haften fest daran; sie sind gekrümmt, gebogen und außergewöhnlich gedreht,



gerade als ob nach der Bildung die Krystalle niedergepreßt worden wären, damit sie sich all den Unregelmäßigkeiten der unebenen unterliegenden Fläche anpaßten. Diese Erscheinung ist ganz eigentümlich; eine Erklärung für die wahrscheinliche Art ihrer Entstehung vermögen wir nicht zu geben. Außerhalb der unmittelbaren Contactzone, eingebettet in Calcit, sind die Milleritkrystalle frei von diesen extremen Verrenkungen; die langen Prismen sind bisweilen gekrümmt und geknickt infolge von Zwillingbildung durch Druck; aber die oben beschriebene Pressungserscheinung fehlt gänzlich. Während die Krystalle da, wo sie der Länge nach aufgewachsen sind, gepreßt und gekrümmt sind, werden sie da, wo sie in den Calcit hineinragen, sofort gestreckt und ebenflächig. Die Milleritkrystalle im Calcit erreichen Dimensionen, die für dieses Mineral ganz außergewöhnlich sind. An unseren Handstücken sind Prismen zu finden von zwei Millimeter Durchmesser und vier Centimeter Länge. Sie sollen eine Länge von acht Centimeter und mehr (drei Zoll) erreichen. Diese Prismen zeigen gewöhnlich scharfen trigonalen Umriß; die drei Flächen sind glatt und glänzend, die Ecken gerundet und gestreift. Krystalle dieser Art mit Endflächen wurden nicht gefunden; alle zeigten als Endigung nur Spaltungsflächen. Eine auffallende

und bisher unbekannte Eigenschaft wurde zum ersten Male beobachtet und richtig erkannt an einem der dreikantigen Spaltungsstücke, wie sie Fig. 2 zeigt. Dieser Krystall besteht aus drei Stücken; der obere und untere Teil sind einander parallel, während sich der dazwischen liegende Teil in Zwillingstellung zu den beiden anderen befindet, wobei eine Fläche der Form  $e\{01\bar{1}2\}$  Zwillingsebene ist.  $(10\bar{1}0):(10\bar{1}0)$  (Zwilling), gemessen  $21^{\circ}23\frac{1}{2}'$ , berechnet  $21^{\circ}25'$ . Die Form des Zwillings ließ vermuten, daß Zwillingbildung nach einer Gleitfläche vorliege und daß sie durch Druck hervorgebracht sei; ein Versuch bestätigte in der Tat alsbald diese Vermutung; ein festgehaltener Krystall kann durch Scheren leicht verschoben werden. Dasselbe Resultat erhält man, wenn man den Krystall auf eine nachgebende Unterlage bringt und einen transversalen Druck mit einer Messerschneide ausübt. In diesem Falle erhält man eine feine Lamelle in Zwillingstellung. Die Gleitung findet natürlich mit gleicher Leichtigkeit nach allen drei Rhomboëderflächen statt. Bei sehr dünnen Krystallen läßt sich Zwillingbildung nur schwierig hervorbringen, indem beim Drücken die spröde Substanz in Stücke zerbricht; deswegen wurde auch wahrscheinlich bis jetzt diese bemerkenswerte Eigenschaft des Millerit übersehen. Sorgfältige Versuche an Milleritkrystallen von verschiedenen Fundorten waren von dem gleichen Erfolge begleitet; es ist dies also eine allgemeine Eigenschaft dieses

Fig. 2.



Minerals. Nach der Leichtigkeit, mit der Gleitzwillinge zu erhalten sind, und nach dem überraschenden Effect muß der Millerit als ein ebenso vorzügliches Beispiel dieser interessanten Erscheinung betrachtet werden, als der Calcit.

Sehr vollkommene Spaltbarkeit ist vorhanden nach dem primären Rhomboëder  $r\{10\bar{1}1\}$  und auch nach dem negativen Rhomboëder  $e\{01\bar{1}2\}$ ; die Flächen des letzteren sind identisch mit den Gleitflächen. Eine Verschiedenheit in den beiden Spaltbarkeiten war nicht zu beobachten; es entstehen immer Flächen von beiden, wenn man einen Krystall abbricht. Spaltbarkeit parallel einem Prisma, wie dies Laspeyres an Millerit fand, der von Beyrichit sich ableitet, war nicht zu beobachten.

Der Millerit von Orford ist charakterisiert durch einen ausgezeichneten Metallglanz und eine blaß messinggelbe Farbe, welche ganz constant für alle Ebenen und für jede Oberfläche ist. Die oben erwähnte Schlußfolgerung von Laspeyres, daß aller Millerit von Beyrichit stammt, ein Schluß, der sich der Hauptsache nach auf einen beobachteten Farbenwechsel gründet, findet in diesem Vorkommen durchaus keine Stütze.

Eine Analyse wurde nicht ausgeführt. Sorgfältige qualitative Prüfung auf Kupfer und Kobalt ergab nur negative Resultate. Das Mineral ist daher wahrscheinlich sehr nahezu reines Nickelsulfid.

### Krystallographische Beschreibung.

Nach Entfernung des Calcit mit Salzsäure wurde von mehreren Handstücken eine Anzahl von Krystallen mit natürlichen Endflächen erhalten. In der Mehrzahl der Fälle waren die Krystalle an einem Ende auf der Muttersubstanz festgewachsen und zeigten so nur das eine Ende ausgebildet; zwei oder drei Krystalle von schlechter Beschaffenheit waren mit Prismenflächen festgewachsen und zeigten beide Enden ausgebildet. Diese Krystalle waren immer klein, höchstens 2 bis 5 mm lang und 0,4 bis 1 mm dick. Im Habitus schwanken sie von dünnen Prismen zu kurzen dicken Krystallen, deren Durchmesser gleich oder größer ist als ihre Länge.

Insgesamt wurden 32 Krystalle gemessen. Davon wurden 28 vollständig am zweikreisigen Goniometer, an vieren wurden nur bestimmte Winkel gemessen.

Aus den erhaltenen Messungswerten wurden folgende Formen abgeleitet (die neuen Formen sind mit einem Stern bezeichnet):  $b\{4010\}$ ,  $a\{4120\}$ ,  $k\{2130\}$ ,  $*d\{72\bar{9}0\}$ ,  $r\{10\bar{1}1\}$ ,  $v\{50\bar{5}2\}$ ,  $*p\{02\bar{2}1\}$ ,  $*s\{21\bar{3}1\}$ ,  $*u\{4\bar{1}53\}$ . Zweifelhafte Werte wurden für die folgenden Formen erhalten; sie bedürfen noch der weiteren Begründung:  $i\{41\bar{5}0\}$ ,  $*f\{9.4.13.0\}$ ,  $*g\{31.13.\bar{4}.0\}$ ,  $t\{03\bar{3}1\}$ ,  $*h\{30\bar{3}1\}$ ,  $*x\{40\bar{4}1\}$ ,  $*j\{5051\}$ ,  $*l\{09\bar{9}1\}$ ,  $*m\{0.18.\bar{1}8.1\}$ ,  $*n\{52\bar{7}6\}$ ,  $*o\{7.4.\bar{4}.9\}$ ,  $*q\{51\bar{7}4\}$  und  $*w\{42\bar{6}5\}$ . Die einzigen bis jetzt mit genügender Sicherheit bekannten Formen, die wir an unserm Material nicht

fanden, sind die Basis  $c\{0001\}$ , die Miller und Laspeyres erwähnen und das Rhomboëder  $e\{01\bar{1}2\}$ , das nur Laspeyres angibt.

Aus den Messungen an den vorherrschenden Rhomboëdern ließ sich das Axenverhältnis genügend genau berechnen.

Es ergab sich für  $r\{10\bar{1}1\}$ :

Ablesungen:	Reflex:	$\varrho$ (Mittel):
10	sehr gut	$20^{\circ} 43,4'$
11	gut	$20 \ 42,8$
4	schön	$20 \ 43,5$
12	schlecht	$20 \ 41,5$

37 Ablesungen mit Reflexen verschiedener Art  $\varrho$  (Mittel) =  $20^{\circ} 42,6'$ .

Für  $p\{02\bar{2}1\}$ :

Ablesungen:	Reflex:	$\varrho$ (Mittel):
3	sehr gut	$37^{\circ} 71\frac{1}{3}'$
6	gut	$37 \ 31\frac{1}{2}$
6	schön	$37 \ 71\frac{1}{2}$
6	schlecht	$37 \ 171\frac{1}{3}$
12	sehr schlecht	$37 \ 121\frac{1}{3}$

Mittelwert von 24 Ablesungen mit ausgewählten Reflexen  $\varrho = 37^{\circ} 9'$

- - 15 - - den besten -  $\varrho = 37^{\circ} 5,8'$ .

(Das Wort »ausgewählt« besagt, daß die Mittelwerte in der obigen Reihe bei den Reflexen, die mit sehr gut, gut und schön bezeichnet sind, mit der ganzen Anzahl der Ablesungen, bei den mit schlecht und sehr schlecht bezeichneten Reflexen nur mit der halben Anzahl der Ablesungen bei der Berechnung des Mittels in Rechnung gesetzt wurden, um so durch Einsetzung des Gewichtes den Einfluß der verhältnismäßig großen Zahl der schlechten Ablesungen zu vermeiden.)

Unter Anwendung der Formel  $pp_0\sqrt{3} = \lg \varrho$  und der obigen Werte erhält man

$$p = 1, \quad \varrho = 20^{\circ} 42,6', \quad p_0 = 0,21828$$

$$p = 2, \quad \varrho = 37 \ 5,8 \quad p_0 = 0,21830$$

Nimmt man  $p_0 = 0,2183$  an, so ergibt sich aus der Gleichung

$$c = \frac{3}{2}p_0, \quad a:c = 1:0,3274.$$

Dem Werte  $p_0$ , der sich auf eine große Zahl von Messungen stützt, ist wahrscheinlich der Vorzug zu geben vor Miller's Wert. Er liegt sehr nahe dem Werte  $p_0$ , den Laspeyres für Beyrichit fand.

$$\text{Millerit, gefunden} \quad p_0 = 0,2183$$

$$\text{ - nach Miller} \quad p_0 = 0,2197$$

$$\text{Beyrichit nach Laspeyres} \quad p_0 = 0,2185.$$



Auf Grund des neuen Wertes wird eine Winkeltabelle aufgestellt, welche die bei Goldschmidt, Winkeltabelle S. 242, angegebene ersetzen soll. Sie enthält die neuen Formen und in einem Supplement die noch nicht sicher festgestellten, zweifelhaften. Tabelle I.

Tabelle I. — Millerit.

Hexagonal.

Rhombödrisch-hemiëdrisch.

 $c = 0,32745 \quad \lg c = 9,54544 \quad \lg a_0 = 0,72344 \quad \lg p_0 = 9,33905 \quad a_0 = 5,2895 \quad p_0 = 0,2483. (G_2)$ 

Numer Bezeichn.	Symb. $G_2$	Bravais	$\varphi$	$\varrho$	$\xi_0$	$\eta_0$	$\xi$	$\eta$	$\alpha$ Prismen $x:y$	$y$	$d =$ $\lg \varrho^{54}$
1 <i>c</i>	0	0004	00 0'	00 0'	00 0'	00 0'	00 0'	00 0'	0	0	0
2 <i>b</i>	$\infty$	1070	30 0	90 0	90 0	90 0	30 0	60 0	0,5773	$\infty$	$\infty$
3 <i>a</i>	$\infty 0$	1130	0 0	90 0	0 0	90 0	0 0	90 0	0	$\infty$	$\infty$
4 <i>k</i>	$4\infty$	2130	10 53'	90 0	90 0	90 0	10 53'	79 6'	0,1924	$\infty$	$\infty$
5 <i>d</i>	$\frac{1}{5}\infty$	7290	17 47'	90 0	90 0	90 0	17 47'	72 13'	0,3207	$\infty$	$\infty$
6 <i>r</i>	1	1071	30 0	20 42'	10 42'	18 8	10 44'	17 50'	0,1890	0,3274	0,3781
7 <i>v</i>	$\frac{5}{2}$	5052	30 0	43 23'	25 18	39 18'	20 5'	36 30'	0,4726	0,8486	0,9452
8 <i>p</i>	—2	0231	30 0	37 6	20 42'	33 13'	17 33'	34 29'	0,3781	0,6544	0,7562
9 <i>e</i>	$-\frac{1}{2}$	0172	30 0	10 42'	5 24	9 18	5 20	9 15'	0,0945	0,1634	0,1890
10 <i>s</i>	41	2131	10 53'	45 0	10 42'	44 29'	7 44'	43 59'	0,1890	0,9823	1,0003
11 <i>u</i>	—21	4453	19 6'	38 0	10 42'	28 37'	9 25'	28 12'	0,1890	0,5457	0,5775
12 <i>i</i>	2 $\infty$	4150	19 6'	90 0	90 0	90 0	19 6'	70 53'	0,3464	$\infty$	$\infty$
13 <i>f</i>	$\frac{1}{2}\infty$	9.4.73.0	12 31'	90 0	90 0	90 0	12 31'	77 28'	0,2220	$\infty$	$\infty$
14 <i>g</i>	$\frac{1}{6}\infty$	31.13.44.0	13 17'	90 0	90 0	90 0	13 17'	76 42'	0,2361	$\infty$	$\infty$
15 <i>h</i>	3	3031	30 0	48 36'	29 33'	44 29'	22 4'	40 34'	0,5671	0,9823	1,1343
16 <i>t</i>	—3	0831	30 0	48 36'	29 33'	44 29'	22 4'	40 34'	0,5671	0,9823	1,1343
17 <i>x</i>	4	4041	30 0	56 34'	37 6	52 38'	24 39'	46 15'	0,7562	1,3098	1,5724
18 <i>j</i>	5	5051	30 0	62 7'	43 23'	58 35'	26 14'	49 57'	0,9452	1,6372	1,8905
19 <i>l</i>	—9	0991	30 0	73 37'	59 33'	74 15'	28 40'	56 14'	1,7044	2,9470	3,4030
20 <i>m</i>	—18.18	0.18.18.4	30 0	84 38'	73 37'	80 22'	29 44'	59 2'	3,4030	5,8940	6,8060
21 <i>n</i>	$3\frac{1}{2}$	5276	13 59'	21 29'	5 24	20 54'	5 3'	20 44'	0,0945	0,2820	0,3935
22 <i>o</i>	$3\frac{1}{3}$	7.4.77.9	8 57'	22 3'	3 36'	21 48'	3 24'	24 46'	0,0630	0,4002	0,4051
23 <i>q</i>	$3\frac{1}{3}$	6174	22 24'	31 47'	13 18	29 49'	14 35'	29 9'	0,2363	0,5730	0,6498
24 <i>w</i>	$3\frac{1}{5}$	4265	10 53'	21 48'	4 19'	21 27'	4 1'	21 23'	0,0756	0,3929	0,4001

Tabelle II zeigt die an den gemessenen Krystallen beobachteten Combinationen; die Zahlen unter jedem Buchstaben geben die Anzahl der Flächen an, mit der diese Form an dem untersuchten Krystalle auftritt.

Tabelle II.

	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>k</i>	<i>d</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>v</i>	<i>s</i>	<i>u</i>
<i>A</i>	6	1	.	.	2	.	.	.	.
1	6	.	1	1	1	1	.	.	.
2	6	2	3	2	2	1	.	.	6
3	6	2	1	2	3	3	.	.	.
4	6	2	.	2	3	.	.	.	6

	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>k</i>	<i>d</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>v</i>	<i>s</i>	<i>u</i>
5	3	4	.	.	3	4	.	.	4
6	4	.	.	.	3	3	.	.	.
7	6	6	2	.	3	.	.	.	3
8	6	.	.	.	3	3	.	.	.
9	6	4	.	4	3	3	.	.	4
12	6	4	.	4	3	.	.	.	.
13	6	2	.	.	.	.	.	.	.
14	4	.	.	.	.	3	.	.	4
15	<i>x</i>	.	.	.	<i>x</i>	<i>x</i>	.	.	<i>x</i>
16	4	.	.	.	3	3	2	.	.
17	3	.	.	.	3	3	.	.	.
18	3	.	.	.	3	3	4	.	.
19	4	.	.	4	3	4	.	5	4
20	4	.	.	.	3	3	2	.	.
21	4	.	.	.	3	3	2	.	.
22	.	.	.	.	3	.	.	3	.
23	2	.	.	.	4	.	4	.	.
24	6	.	.	.	4	3	.	.	.
25	2	.	.	.	2	4*	.	.	.
26	3	.	.	.	4	.	.	.	2
27	3	.	.	.	4*	.	.	.	4
30	2	.	.	.	3	.	.	.	.
31	.	.	.	.	<i>x</i> *	.	.	.	.

(Die Sterne zeigen an, daß der Krystall an beiden Enden ausgebildet ist; angeführt sind nur die Flächen an einem Ende.)

Die Formen mögen im folgenden näher beschrieben sein.

### Prismen.

Die Prismen zeigen gewöhnlich einen dreiseitigen Querschnitt mit gerundeten Ecken; manchmal ist der Querschnitt nahezu kreisförmig. Dies rührt zum Teil von dem teilweisen oder vollständigen Auftreten von drei oder vier Prismen her, zum Teil von der oscillierenden Combination dieser Prismen. Die Prismenzone ist infolgedessen leider längsgestreift; die Reflexe gehen darum auch immer über einige Grade hin.

*b*{40 $\bar{1}$ 0}. 24 von den 28 vollständig gemessenen Krystallen zeigten immer Flächen des Prismas I. Ordnung; elf Krystalle besaßen alle seine Flächen. Es ist natürlicher Weise die herrschende Form des Minerals und zeigt von den Prismen die geringste Streifung. Meistens ist es trigonal ausgebildet.

*a*{44 $\bar{2}$ 0}. Das Prisma II. Ordnung war ebenfalls unzweifelhaft an neun Krystallen beobachtet, obgleich es nur an einem mit allen Flächen auftrat. Sie sind, wenn groß ausgebildet, stark gestreift.

*k*{24 $\bar{3}$ 0}. Dieses schon bekannte Prisma fand sich unvollkommen ausgebildet, aber trotzdem mit Sicherheit an vier Krystallen. Seine Flächen sind schmal und schlecht charakterisiert.

$d\{72\bar{9}0\}$ . Dieses neue Prisma fand sich in unvollständiger Ausbildung an sieben Krystallen. Die Werte, aus denen es abgeleitet ist, gibt vollständig die folgende Tabelle.

Krystall:	Reflex:	Beobachtet:
1	sehr schlecht	46° 48'
2	-	17 30
2	-	17 33
3	schlecht	17 58
3	-	17 59
4	gut	17 47
4	sehr gut	17 51
9	schön	17 11
9	gut	17 42
9	schlecht	18 25
9	schön	18 26
12	sehr schlecht	17 45
19	schön	16 48
Mittel	schön bis schlecht	17 47 (Mittel)
Berechnet	—	17 47

Fig. 3.

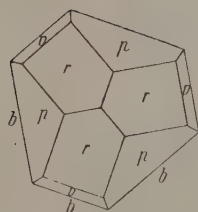


Fig. 4.

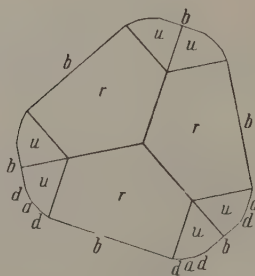
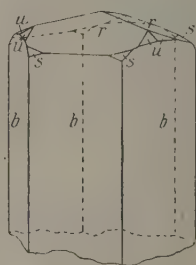
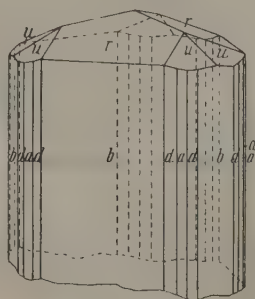
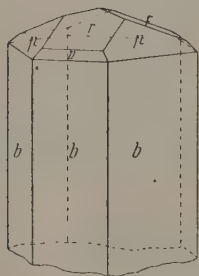
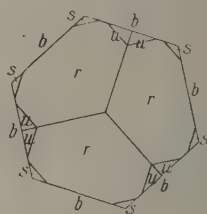


Fig. 5.



Der berechnete Wert  $\varphi$  stimmt eigentümlicher Weise genau mit dem Mittel der Messungen. Obgleich natürlich diese genaue Übereinstimmung

nur Zufall ist, ist diese Form doch damit genügend sicher gestellt und eine ausreichende Anzahl von Flächen, wohlverteilt unter den Krystallen, dient zur Bekräftigung. Die Flächen sind schmal und gar nicht zu unterscheiden von den oscillierenden Flächen, welche daneben auftreten.

### Rhomboëder.

Dies sind die wichtigsten Endflächen, sei es, daß sie als Spaltflächen oder als Krystallflächen auftreten. Als Krystallflächen sind sie nicht sehr glänzend, wenn auch die Linien und Unebenheiten, welche die Flächen matt machen, niemals wohl charakterisiert sind.

$r\{40\bar{1}1\}$ . Das Grundrhomboëder wurde außer an zweien an allen gemessenen Krystallen beobachtet. In sehr wenigen Fällen war es sicher durch Anspalten entstanden; einige Male war es nicht möglich, zu entscheiden, ob die Rhomboëderfläche durch Anspalten oder durch natürliches Wachstum gebildet war. Es trat in relativ großen und vollkommenen Flächen auf und bildete die herrschende Endform. Wenn auch die Reflexe nicht immer gut waren, so waren die Flächen doch in der üblichen Weise zu bestimmen und zeigten keine bestimmte Streifung.

$p\{02\bar{2}1\}$ . Nach  $r$  ist das neue Rhomboëder  $p$  als Endigung am besten ausgebildet. Als Spaltungsfläche wurde es nicht beobachtet. Es tritt in ziemlich großen Flächen auf, die meist matte Reflexe geben. Es fehlt nur an neun Krystallen von den 28 gemessenen, ist also weniger häufig als  $r$ . Eine bestimmte Streifung zeigten die Krystalle nicht. Die zugrunde liegenden Messungen sind auf S. 7 zusammengestellt.

$v\{50\bar{5}2\}$ . Dieses Rhomboëder, von Miller in seiner ersten Abhandlung, nicht aber in seiner »Mineralogie« angeführt, tritt an fünf Krystallen auf; drei davon, einseitig ausgebildet, zeigen je zwei Flächen. Die zugrunde liegenden Messungen sind folgende:

Krystall:	Reflex:	Beobachtet:		
		$\varphi$	$\varphi_1^1)$	$\varrho$
46	gut	—29° 39'	29° 39'	44° 3'
46	—	—449 41	29 41	43 57
48	sehr gut	—449 19	29 19	43 23
20	schlecht	—30 42	30 42	43 33
20	gut	—150 7	30 7	43 25
21	schön	—29 52	29 52	43 24
21	gut	—150 10	30 10	43 25
24	schön	89 34	29 34	43 54
Mittel	sehr gut bis schön	—	29 53	43 39
Berechnet		—	30 0	43 23

1)  $\varphi_1$  ist der auf den ersten rechten Sextanten bezogene Wert für  $\varphi$ , d. h. die Differenz zwischen  $\varphi$  und dem nächsten Vielfachen von 60°.



## Skalenoëder.

Diese Formen sind beim Millerit sämtlich neu beobachtet. Sie treten an mehr als der Hälfte der gemessenen Krystalle in schmalen, aber deutlichen Flächen auf. Sie besitzen schönen Glanz, geben gute Reflexe und sind meistens ohne Vertiefungen oder Streifung.

$s\{2131\}$ . Dieses Skalenoëder kommt an zwei nur am einen Ende ausgebildeten Krystallen vor, im einen Falle mit fünf seiner Flächen. Folgende Messungen wurden erhalten:

Krystall:	Reflex:	Beobachtet:		
		$\varphi$	$\varphi_1$	$\varrho$
19	schön	—44° 13'	44° 13'	44° 59'
19	sehr gut	—49 3	40 57	44 59
19	gut	—130 55	40 55	45 1
19	-	—169 6	40 54	45 1
19	sehr gut	109 40	40 50	45 1
22	schön	—49 24	40 36	44 55
22	-	—131 16	41 16	45 0
22	gut	—169 29	40 31	45 0
Mittel aus 8	-	—	40 54	44 59,5
Berechnet		—	40 53	45 0

Nach diesen Resultaten ist die Form sehr sicher festgestellt.

$u\{4153\}$ . Kommt an zehn Krystallen vor, in zwei Fällen mit seinen sämtlichen Flächen. Sie sind jedoch nicht sehr glänzend, sondern meist rau und zeigen Unebenheiten; die Reflexe sind nur als schön zu bezeichnen. Die Beobachtungswerte folgen unten.

Dieses Skalenoëder und die zweifelhaften  $u$ ,  $o$ ,  $q$  und  $w$  liegen in der Zone mit den Rhomboëdern  $r$  und  $p$ ; die Flächen erscheinen gewöhnlich als Streifung oder Rundung an den Kanten zwischen  $r$  und  $p$ ; Fig. 4 zeigt das Auftreten von  $u$  bei Abwesenheit von  $p$ .

Krystall:	Reflex:	Beobachtet:		
		$\varphi$	$\varphi_1$	$\varrho$
2	äußerst schlecht	20° 2'	20° 2'	30° 7'
2	schön	40 23	19 37	30 33
2	gut	139 21	19 21	30 3
2	-	160 57	19 3	30 1
2	äußerst schlecht	—101 8	18 52	30 1
2	sehr schlecht	—78 14	18 14	30 1
4	-	40 33	19 27	30 11
4	äußerst schlecht	139 42	19 42	30 11
4	-	160 26	19 34	30 11
4	-	—100 0	20 0	30 11
4	-	—80 5	20 5	30 11

Krystall:	Reflex:	Beobachtet:		
		$\varphi$	$\varphi_1$	$\varphi$
4	äußerst schlecht	200 37'	200 37'	300 44'
5	sehr gut	44 36	24 36	30 40
7	äußerst schlecht	438 44	48 44	30 40
7	-	464 25	48 35	30 40
7	-	-79 32	49 32	30 40
9	schlecht	-99 52	20 8	30 42
19	sehr schlecht	459 54	20 9	30 45
26	schlecht	44 20	48 40	30 0
26	sehr schlecht	48 54	48 54	29 49
27	schlecht	44 7	48 53	29 42
27	-	400 42	49 48	29 42
27	sehr schlecht	464 48	48 42	29 42
27	-	438 38	48 38	29 42
Mittel aus allen (24)			49 24	30 4
Mittel aus den besten			49 5	30 7
Berechnet			49 6	30 0

### Zweifelhafte Formen.

Die folgenden Formen sind aus dem einen oder andern Grunde, der bei jeder Form näher auseinandergesetzt ist, als möglich, aber nicht als über allen Zweifel erhaben angeführt.

$i\{44\bar{5}0\}$ . Diese Form wird von Laspeyres erwähnt, ist aber durch seine Messungen nicht sehr sicher gestellt. Wir erhielten schlechte Messungen, die für diese Form sprechen; aber sie bleibt immer noch zweifelhaft, da weder die Messungen von Laspeyres noch die unsrigen zur sicheren Bestimmung ausreichen. Wir erhielten folgende Messungen:

Krystall:	Reflex:	Beobachtet:
		$\varphi$
2	äußerst schlecht	48° 52'
2	-	48 58
2	schlecht	49 4
Mittel	sehr schlecht	48 57
Berechnet		49 6,4

Die Übereinstimmung unserer Messungen mit dem berechneten Werte ist besser als die der von Laspeyres beobachteten Werte; aber die beobachteten Flächen stammen alle nur von einem Krystall und zwei davon waren sehr zweifelhaft.

$f\{9.4.\bar{4}3.0\}$ . Dieses Prisma ist neu. Die beobachteten Werte sind folgende:

Krystall:	Reflex:	Beobachtet: $\varphi$
7	schön	12° 26'
12	schlecht	12 29
14	sehr gut	12 29
Mittel	schön bis gut	12 28
Berechnet		12 31,2

Die Übereinstimmung ist hinreichend, um die Form sicher zu stellen; aber die Flächen sind wenig zahlreich, wenn auch gut verteilt. Die Reflexe jedoch sind gut und bei Krystall 14 wenigstens entspricht die Ablesung einer bestimmten Fläche von guter Beschaffenheit, die auf dem Goniometer zu sehen ist. In dieser Hinsicht unterscheidet sich die Fläche von den meisten oscillierenden Ebenen; außerdem liegt sie sehr nahe in ihrer berechneten Stellung. Daher kann man die Form als wahrscheinlich betrachten, aber weitere Bestätigung ist nötig.

$g\{31.13.\bar{1}4.0\}$ . Dieses Prisma ist nach unsern Messungen sicherer gestellt als die Form  $i$  und deswegen angeführt; aber die Indices sind compliciert; die Form ist zweifelhaft.

Krystall:	Reflex:	Beobachtet: $\varphi$
2	äußerst schlecht	13° 41'
8	- -	13 22
14	gut	13 19
Mittel	schlecht	13 17,3
Berechnet		13 17

Außer den Reflexen, die von Flächen der genannten mehr oder weniger sicher gestellten Formen herrühren, wurden in der Prismenzone noch Reflexe beobachtet, zu Flächen in zweiunddreißig Lagen (auf den positiven Sextanten bezogen) gehörend, die mehr oder weniger Prismen mit complicierten Indices entsprechen. Meistens war von diesen Formen nur eine Fläche zu sehen; die Reflexe waren allgemein schlecht. Diese Tatsachen, in Verbindung mit der Complicirtheit der abgeleiteten Indices und der sichere Umstand, daß oscillierende Vicinalflächen auftreten, deren Reflexe auch nicht Prismen mit complicierten Indices entsprechen, machen die Aufstellung irgend welcher Formen sehr zweifelhaft. Deswegen sind sie hier zurückgestellt und die beobachteten Data sind nicht angeführt.

#### Zweifelhafte Rhomboëder.

$t\{03\bar{3}1\}$ . Dieses Rhomboëder erwähnt Miller auf Grund einer Messung mit dem Contactgoniometer an einem schlechten Krystalle mit Endflächen. Wir können diese Form nicht bestätigen; nur eine Fläche an einem einzigen Krystalle wurde beobachtet, die annähernd die entsprechende Lage hat.

Krystall:	Reflex:	Beobachtet:	
		$\varphi$	$\varrho$
24	sehr schlecht	30° 0'	48° 56'
Berechnet		30 0	48 36

$h\{30\bar{3}4\}$ . Dieses Rhomboëder ist neu und sehr zweifelhaft und stützt sich nur auf zwei Messungen an zwei Krystallen.

Krystall:	Reflex:	Beobachtet:	
		$\varphi$	$\varrho$
23	sehr schlecht	30° 0'	48° 42'
24	gut	45 0	48 40
Mittel	schlecht	30 0	48 26
Berechnet		30 0	48 36

Die Form ist deshalb sicher angedeutet, aber durchaus nicht festgestellt.

$x\{40\bar{4}1\}$ . Diese Form ist ebenfalls neu und durch eine einzelne Messung mit schönem Reflex begründet.  $\varrho$  (gemessen) = 56° 34', der berechnete Wert ist  $\varrho = 56° 34' 49''$ . Zur Sicherstellung ist offenbar nur noch die Auffindung von mehr Flächen nötig.

$j\{50\bar{5}1\}$ . Eine einzige Fläche nur stützt diese Form.

Krystall:	Reflex:	Beobachtet:	
		$\varphi$	$\varrho$
23	schlecht	29° 46'	62° 26'
Berechnet		30 0	62 7

$l\{09\bar{9}1\}$ . Von dieser Form war nur eine Fläche zu finden. Sie gab einen schönen Reflex, der auf eine ausgebildete Fläche hindeutet.

Krystall:	Reflex:	Beobachtet:	
		$\varphi$	$\varrho$
25	schön	29° 25'	73° 5'
Berechnet		30 0	73 37

$m\{0.18.\bar{1}8.1\}$ . Von dieser Form ließ sich nur eine Fläche auffinden, welche zwei schöne Reflexe lieferte.

Krystall:	Reflex:	Beobachtet:	
		$\varphi$	$\varrho$
24	schön	30° 0'	82° 32'
24	-	30 0	80 20
Berechnet		30 0	84 38

Die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von  $l$  und  $m$  ergibt sich ohne Zwang. Die Flächen waren in beiden Fällen deutlich sichtbar.

#### Zweifelhafte Skalenoëder.

$n\{52\bar{7}6\}$ . Diese Form fand sich an drei Krystallen, in einem Falle mit vierten ihrer Flächen. Die Daten sind folgende:



Krystall:	Reflex:	Beobachtet:		
		$\varphi$	$\varphi_1$	$\varrho$
5	gut	104° 52'	15° 8'	21° 18'
5	schlecht	133 21	13 21	21 18
8	-	133 14	13 14	21 22
8	-	46 39	13 21	21 22
8	-	73 4	13 4	21 22
8	sehr schlecht	166 45	13 15	21 22
14	schlecht	167 14	12 46	21 26
Mittel	-	—	13 26,5	21 21
Berechnet	-	—	13 54	21 29

Obgleich wir die Form als zweifelhaft hingestellt haben, so ist sie doch offensichtlich mehr als bloß angedeutet. Die Übereinstimmung der gemessenen mit den berechneten Werten ist bloß als leidlich zu bezeichnen; aber es sind viele Flächen, gut verteilt, beobachtet.

$o\{7.4.11.9\}$ . Diese Form ist an drei Krystallen beobachtet, in einem Falle mit vier Flächen. Folgendes sind die vollständigen Beobachtungen:

Krystall:	Reflex:	Beobachtet:		
		$\varphi$	$\varphi_1$	$\varrho$
5	schlecht	8° 52'	8° 52'	22° 3'
5	sehr schlecht	50 58	9 2	22 0
8	äußerst schlecht	7 30	7 30	21 22
18	schlecht	9 51	9 51	21 19
18	äußerst schlecht	171 40	8 20	21 54
18	-	128 24	8 24	21 36
18	schlecht	49 46	10 14	21 9
Mittel	sehr schlecht	—	8 53	21 37
Berechnet	-	—	8 57	22 3

Diese Form kann deswegen füglich nicht unerwähnt bleiben, obgleich die beobachteten Daten wohl nicht ausreichen zur Sicherstellung.

$q\{6174\}$ . Diese Form gründet sich auf zwei Ablesungen an einem einzelnen Krystalle. Es war dies der formenreichste. Die Übereinstimmung ist nicht sehr schlecht. Man kann die Form wenigstens gelten lassen.

Krystall:	Reflex:	Beobachtet:		
		$\varphi$	$\varphi_1$	$\varrho$
2	schlecht	83° 5'	23° 5'	22° 0'
2	sehr schlecht	97 33	22 27	32 0
Mittel	schlecht	—	22 46	32 0
Berechnet	-	—	22 24	34 47

$w\{4265\}$ . Für diese Form ist nur eine Ablesung vorhanden. Sie ist infolgedessen sehr zweifelhaft.

Krystall:	Reflex:	Beobachtet:		
		$\varphi$	$\varphi_1$	$\varrho$
5	schön	70° 26'	40° 26'	24° 47'
Berechnet	—	—	40 53	24 48

### Zusammenfassung.

Der Millerit von Orford hat eine Anzahl von meßbaren Krystallen mit Endflächen geliefert, aus denen das neue Axenverhältnis  $a:c = 1:0,2183$  berechnet wurde. Neben den schon bekannten Formen wurden ein Prisma, zwei Rhomboëder und zwei Skalenoëder neu mit Bestimmtheit festgestellt; eine weitere Anzahl unsicherer Formen wurde beobachtet, konnte jedoch nicht sicher festgestellt werden.

Ferner wurde ermittelt, daß die Flächen des negativen Rhomboëders als Gleitflächen auftreten; nach ihnen sind durch Druck leicht gut ausgebildete Zwillinge zu erhalten.

Man hat vermutet, daß der Millerit hemimorph sei, ähnlich dem nahe verwandten Cadmiumsulfid, dem Greenockit. Er wurde auch von Groth so klassifiziert. Der scharf ausgebildete trigonale Charakter vieler Prismen des Millerit von Orford scheint einigen Anhalt für diese Annahme zu geben. Es wurde deswegen sorgfältig nach an beiden Enden ausgebildeten Krystallen gesucht, in der Hoffnung, durch bestimmte Beobachtungen die Frage entscheiden zu können. Es wurden einige solche Krystalle gefunden; aber sie waren schlecht und soweit Messungen möglich waren, ergaben sie keine Ungleichheit der beiden Enden. Unsere Kenntnis über diesen Punkt ist also noch nicht abgeschlossen.

Auf der Oberfläche eines einzelnen Handstückes von sehr intensiv grünem Chromgranat, das ursprünglich mit einer dünnen Schicht Calcit bedeckt war, war nach der Entfernung des Calcit durch eine Säure eine Anzahl dünner Krusten eines grauen bis weißen metallischen Minerals zu sehen, anscheinend Rammelsbergit, ein Nickelarsenid. Die Krystalle sind winzig und durchweg stark gestreift, so daß genügende Messungen nicht möglich waren. Bis jetzt wurde dieses Mineral nicht in Krystallen gefunden, die mehr als eine Zone zu messen gestatteten; es wurden deswegen mehrere Krystalle sorgfältig untersucht und ein vorläufiges Axenverhältnis berechnet. Das Mineral ist im Habitus ähnlich den andern Gliedern der Markasitgruppe; das flache Doma, das sich an allen gemessenen Krystallen vorfand, wurde wie beim Arsenopyrit als Brachydoma  $\{014\}$  gewählt. Die Prismenzone war so stark gestreift, daß die Ablesungen nicht brauchbar waren; an fast allen Krystallen wurde ein Orthodoma mit sehr matter Flächenbeschaffenheit beobachtet, gab aber recht einheitliche Ablesungen für  $\varrho$ . Es wurde als  $\{402\}$  gewählt, wobei die einfachsten Indices für die Prismenformen entstehen und das Axenverhältnis die meisten Ähnlichkeiten

mit dem der andern Mineralien dieser Gruppe zeigt, obgleich es noch weit von allen abweicht. Es wurden folgende Resultate erhalten.

### Rammelsbergit (?).

$$\begin{array}{l} 0\frac{1}{4} \text{ Mittel von } 7, \quad \varphi = 00^\circ 0' \quad \rho = 46^\circ 6' \quad \left. \begin{array}{l} p_0 = 2,0176 \\ q_0 = 1,1545 \end{array} \right\} \\ 10 = 4, \quad \varphi = 90^\circ 0' \quad \rho = 45^\circ 45' \\ a : b : c = 0,57222 : 1 : 1,1545. \end{array}$$

Form: $\theta$	Miller:	Berechnet:		Beobachtet:		Zahl der Beobachtungen:
		$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	
0 $\infty$	010	00 0'	90 0'	00 0'	90 0'	6
$\infty$	110	60 13	90 0	60 44	90 0	3
$\infty 2$	120	74 2	90 0	74 26	00 0	4
2 $\infty$	210	44 9	90 0	42 30	90 0	2
0 $\frac{1}{4}$	014	0 0	46 6	0 0	46 6	7
0 $\frac{1}{3}$	013	0 0	21 3	0 0	20 30	2
0 $\frac{1}{2}$	012	0 0	29 59	0 0	29 45	4
02	021	0 0	66 35	0 0	66 50	4
$\frac{1}{2} 0$	102	90 0	45 45	90 0	45 45	4

Das Mineral war an den Handstücken in zu geringer Menge vorhanden, um eine sichere Analyse zu ermöglichen. Seine zweifelhafte Bestimmung als Rammelsbergit gründet sich auf Lötrohrprüfungen an winzigen Krystallen, die Arsen und Nickel ergaben. Schwefelreaction konnte nicht erhalten werden. Hoffentlich findet sich schließlich mehr und besseres Material, an dem die Eigenschaften des Minerals endgültig festgestellt werden können.

### Erklärung der Figuren.

Fig. 4 zeigt die Reproduction der Photographie eines Handstückes, das durch Salzsäure teilweise vom Calcit befreit ist. Einige große gestreckte Milleritprismen sind zu sehen, noch teilweise im Calcit eingebettet. An der Oberfläche der aus Pyroxen bestehenden Muttersubstanz zeigen sich einige kleinere geknickte und gedrehte Milleritkrystalle.

Fig. 2 zeigt einen durch Druck hervorgebrachten Zwilling; Zwillingsebene ist eine Fläche des Rhomboëders  $e\{01\bar{1}2\}$ . Das eine Ende ist von einzelnen Flächen der beiden Spaltungsformen  $r$  und  $e$  gebildet, das andere Ende von einer einzelnen Ebene der Spaltungsform  $r$ .

Fig. 3 zeigt die häufigste Ausbildungsweise der Krystalle in Kopfprojection und in perspectivischer Projection. Die Größenverhältnisse der drei Rhomboëder schwanken; sie finden sich jedoch allgemein mit einigen oder allen ihrer Flächen.

Fig. 4 und 5 zeigt, wie die Skalenöder an der Combination sich beteiligen. Von ihnen ist  $u$  das häufigste;  $s$  ist nur an zwei Krystallen beobachtet.

## II. Über Dumortierit.

Von

W. T. Schaller in Washington.

(Mit 3 Textfiguren.)

Der Dumortierit wurde 1879 von Gonnard<sup>1)</sup> in der Nähe von Chaponost bei Lyon in Frankreich entdeckt und war 1880 Gegenstand einer kurzen Notiz von E. Bertrand. Im folgenden Jahre benannte Gonnard das Mineral nach dem bekannten französischen Paläontologen E. Dumortier.

Die optischen Eigenschaften ließen das Mineral als neu erscheinen, bevor noch seine chemische Zusammensetzung bekannt war; sein schöner Pleochroismus war besonders bemerkenswert. Damour führte bald eine Analyse des Minerals aus, wobei sich die Formel  $4Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$  ergab.

Das aus New York stammende Mineral, anfänglich für Indigolith gehalten, wurde von Diller und Riggs untersucht und als verschieden von Turmalin erkannt. Ungefähr um dieselbe Zeit wurde das Mineral von Arizona bekannt; von beiden Vorkommen wurden Analysen ausgeführt. Sie ergaben alle die Anwesenheit von Borsäure in wechselnden Mengen und auch einen kleinen Wassergehalt. Später wurde das Vorkommen von Dumortierit in Norwegen und noch später mehrere solche in Deutschland bekannt.

1902 veröffentlichte Ford drei Analysen von Dumortierit; das Material der einen stammte von New York, das andere von Arizona, das dritte von einem neuen Fundorte im Bezirke San Diego in Californien. Hierbei erwähnt Ford zugleich einen zweiten neuen Fundort, den vierten in den Vereinigten Staaten, im Bezirke Skamania in Washington. Er zeigte durch seine Analysen, daß der Gehalt an Borsäure und Wasser nahezu constant ist.

Eine große Quantität des aus Californien stammenden Materials wurde sorgfältig nach Kristallen durchsucht mit dem Erfolge, daß zwei kleine

1) S. die Zusammenstellung der Literatur am Schlusse.



unvollkommene, aber meßbare Krystalle entdeckt wurden. Beim Durchsichten des Materials von Arizona im Nationalmuseum fand sich ein dritter Krystall. Drei Krystalle fanden sich ferner in den Handstücken aus New York. Dieses Material wurde sorgfältig gemessen und ergab einige kryсталlographische Daten.

Das Mineral tritt gewöhnlich in kleinen, faserigen Massen auf, die durch das Gestein nur sparsam verteilt sind, so daß es schwierig ist, eine leidliche Quantität in reinem Zustande zu bekommen. In Californien kommt das Mineral in großen reinen Massen vor, die sich sehr gut für die chemische Untersuchung eignen. Ich führte damit eine Analyse aus und leitete daraus eine Formel ab, in der der Borsäure- und Wassergehalt einen ganz bestimmten Wert haben. Aus der Discussion der andern Analysen ergab sich, daß sie alle leidlich gut mit der neuen Formel übereinstimmen. Auch eine Analyse des Dumortierit von Washington ist angeführt. Ford prüfte das französische Material qualitativ auf Borsäure und konnte eine deutliche positive Reaction erhalten.

Obgleich die Untersuchung des Minerals mehr oder weniger vollkommen durchgeführt ist, so ist doch die Arbeit in keiner Weise vollständig zu nennen. Das Material für die kryсталlographische Untersuchung war schlecht und es wird dringend gehofft, daß in absehbarer Zeit bessere Krystalle sich finden. Die Bestimmung der optischen Constanten ist sehr dürftig, da die gewöhnliche Art des Vorkommens nicht einladend für eine solche Untersuchung ist. Nur wenige Analysen sind für die Discussion der Zusammensetzung des Minerals brauchbar, und obgleich der Dumortierit keine große Anzahl von Bestandteilen enthält, so werden doch noch weitere — aber nur äußerst genaue und zuverlässige — Analysen sehr willkommen sein.

Das Material von Californien zeigte sich in seinen Eigenschaften etwas abweichend vom normalen Dumortierit. Die Farbe ist nicht rein blau, sondern lavendelblau; der Pleochroismus ist farblos zu purpurrot anstatt blau und das Mineral enthält  $1\frac{1}{2}\%$  Titanoxyd. Es ist von besonderem Interesse, diese Unterschiede zu erwähnen, da hierdurch ein weiteres Beispiel gegeben ist für jene Klasse von Silicaten, welche einen geringen Betrag von Titan enthalten und (anscheinend deswegen) einen purpurfarbigen Pleochroismus aufweisen.

### Vorkommen außerhalb der Vereinigten Staaten.

**Frankreich.** Dumortierit findet sich an verschiedenen Stellen in der Umgebung von Lyon (Rhône), wo er in Pegmatitgneiß auftritt. Bei Beaunan, am Wege von Oullins nach Chaponost, findet er sich in einem kleinen Steinbruche im Gneiß in dünnen blauen Fasern, inmitten von kleinen Adern und Linsen von Feldspat und Pegmatit. Bei Brignais tritt das Mineral in sehr kleinen Fasern zerstreut durch weißen Pegmatit auf, in Begleitung von großen schwarzen Turmalinen, von Granat, Muscovit und Cordierit; letzterer ist stark in Glimmer umgewandelt. Manchmal besitzen blau-

licher Turmalin und Dumortierit gemeinsame Verticalaxe. Pseudomorphosen von Glimmer nach Dumortierit sind häufig.

Dumortierit besitzt eine gute Spaltbarkeit nach  $a\{400\}$  und eine unvollkommene prismatische. Auch »Absonderungsflächen« nach der Basis treten auf. Zwillinge, analog denen des Aragonit, sind häufig. Die Farbe ist blau, bisweilen nahezu schwarz. Einschlüsse spielen keine wesentliche Rolle, wenn auch Blasen und Rutil beobachtet wurden.

Ebene der optischen Axen ist  $b\{040\}$ . Die erste Bisectrix ist negativ und senkrecht zu  $c\{004\}$ . Bei den Zwillingen beträgt der Winkel zwischen den beiden Axenebenen ca.  $60^\circ$ .  $\beta$  ist ungefähr 1,65, die Doppelbrechung ungefähr 0,040. Der Axenwinkel  $2V_a$  ist  $35^\circ$ – $40^\circ$ . Dispersion stark;  $\rho < v$ . Pleochroismus kräftig: farblos oder sehr blaßblau und kobaltblau oder violett. Einige Handstücke von Brignais zeigen eine salmrote Farbe, etwas stärker rot als die Farbe des Andalusit. Das Maximum der Absorption findet (im Gegensatz zum Turmalin) in der Richtung der Verlängerung ( $\perp c$ ) statt. Auch idiophane Figuren wurden beobachtet. Nach Damour rührt die blaue Farbe vielleicht von Spuren von  $Tl_2O_3$  her, obgleich dessen Anwesenheit in dem französischen Mineral nicht nachgewiesen wurde. Es sei bemerkt, daß die kleinen Dumortieritfasern oft in einen weißen Glimmer eingeschlossen sind, der allmählich das ursprüngliche Mineral ersetzt.

**Deutschland.** Das Mineral findet sich in der Nähe von Schmiedeberg in Schlesien.

**Italien.** Im Pegmatit des unteren Val Donbastone (s. diese Zeitschr. **35**, 349) kommt Dumortierit in langen Fasern von grüner oder grünlichblauer Farbe vor. Sie erreichen bei einer Dicke von 4 mm im Maximum eine Länge von 30 mm. Sie sind oft durchbrochen und schließen Quarzstücke ein. An einer Nadel wurde ein Prismenwinkel von  $69^\circ 6'$  gemessen. Unvollkommene prismatische Spaltbarkeit wurde beobachtet. Der Pleochroismus ist sehr stark:  $c = b =$  farblos,  $a =$  pistaziengrün. Querschnitte zeigen eine spitze Bisectrix (negativ); der Axenwinkel ist etwas kleiner als der des Muscovit. Am Krystallrefractometer wurden folgende Brechungsindices gemessen:

$$\alpha = 1,678, \quad \beta = 1,686, \quad \gamma = 1,689.$$

Auch eine Analyse mit unreinem Material wurde ausgeführt.

**Österreich.** In einer Thonablagerung findet sich der Dumortierit bei Imligau in der Nähe von Chodau und bei Schobrowitz in der Nähe von Karlsbad in Böhmen; in einem thonhaltigen Sandstein bei Oberbrissau bei Pilsen. Die Ablagerungen stammen wahrscheinlich von zersetztem Pegmatit, in dem der Dumortierit ursprünglich vorkam. Das Mineral zeigt starken Pleochroismus:  $a =$  tief carminrot bis kobaltblau, an teilweise zersetzten Stellen dunkel olivgrün bis rotbraun,  $b =$  grau olivgrün bis farblos. Die negative spitze Bisectrix ist parallel der Längsaxe. Die stumpfe Bisectrix ist senkrecht zur Spaltbarkeit  $a\{400\}$ . Begleitminerale sind Turmalin, Quarz, Feldspat, Muscovit, Biotit, Chrysoberyll, Apatit, Granat und Chlorit.

**Norwegen.** Dumortierit findet sich bei Tvedestrand in kleinen Nadeln in Cordieritgneiß. Der Pleochroismus zeigt sich in folgender Weise:

$$\begin{aligned} c &= b = \text{blaßgelb, fast farblos,} \\ a &= \text{intensiv kobaltblau.} \end{aligned}$$

Querschnitte zeigen einen Prismenwinkel von fast  $60^\circ$ . Die Doppelbrechung ist schwach 0,010. Pleochroistische Ringe (im gelb) sind sehr charakteristisch. Der Winkel der optischen Axen ( $2V$ ) beträgt ca.  $35^\circ$ ; Dispersion stark;  $\rho > v$ . Die Begleitminerale sind Cordierit und Sillimanit.

Romberg beschrieb ein Mineral aus Argentinien ( $2,31\% B_2O_3$ ), das anscheinend dem californischen Dumortierit sehr ähnlich ist. Es besitzt eine lila Farbe und einen Pleochroismus, ähnlich demjenigen des Dumortierit von Californien.

### Vereinigte Staaten.

**New York.** Das Mineral kommt in dem unter dem Namen Harlem bekannten Teile der Stadt New York vor. Es tritt spärlich auf in nadeligen Krystallen, »zu Bündeln oder Büscheln vereinigt, nicht unähnlich Haarpinseln«, in einem roten Granitgange, der sich südostwärts von der 4. Avenue und der 423. Straße nach der Madison Avenue an der 446. Straße hin erstreckt. An der 474. Straße und an der Fort Washington Avenue fand sich das Mineral in mehreren Nestern in einem grobkörnigen Pegmatitgänge im Glimmerschiefer. Die Mächtigkeit des Ganges beträgt ca. 3 Fuß und die Nester finden sich auf einer Strecke von über 80 Fuß. Die Gangmasse ist körniger grauer Quarz, Orthoklas und schuppiger Muscovit. Der Dumortierit tritt hauptsächlich im Orthoklas auf, obgleich er auch im Muscovit beobachtet wurde in der Form fadenförmiger Einschlüsse, einzeln und in radialer Anordnung. Dumortierit wurde auch an der Kip's Bay, nahe dem oberen Ende des Riverside Park, hier in weißem Oligoklas, wahrgenommen und an der 40. Avenue und 430. Straße.

Die Begleiter sind Orthoklas, Quarz, Muscovit, Xenotim, Monazit, Turmalin, Zirkon, Torbernit (?), Antunit (?), Apatit, Granat und Andalusit.

Eine kurze Prüfung verschiedener Schiffe ergab, daß der Dumortierit in der Stadt New York fast ausschließlich im Orthoklas eingeschlossen, sehr selten in Quarz oder Muscovit vorkommt. Gewöhnlich sind es faserige Formen mit rauhem Umriß; in einem speciellen Falle war der Orthoklaskrystall mit winzigen Fädchen von Dumortierit, alle in mehr oder weniger paralleler Anordnung, angefüllt. In diesen Schiffen wurde Andalusit beobachtet.

Herr F. Braun in Brooklyn, New York, stellt dem Verf. gütigst seine Privatsammlung von Dumortierit aus New York zur Verfügung; es enthält diese Sammlung wahrscheinlich die schönsten Handstücke von Dumortierit, die an diesem Fundorte je gefunden wurden. Es sind deren ca. 25; das beste enthält eine prismatische Gruppe feiner blauer Dumortieritstengel, 5 cm lang und  $\frac{1}{2}$ —1 cm dick. Das Gestein ist ein pegmatitartiger Gneiß und besteht vorwiegend aus Quarz und Feldspat mit kleineren Mengen von Biotit, Muscovit, schwarzem Turmalin, Dumortierit und Granat. Der Dumortierit bildet lange Prismen, oft gebogen und wiederholt abgebrochen, wobei der Zwischenraum durch Gneiß ausgefüllt ist. Eine basale Bruchfläche ist gewöhnlich; die Farbe geht oft in dunkles Grau über. Bisweilen sind die Fasern anscheinend mit dem Turmalin parallel verwachsen. Die drei, weiter unten beschriebenen Krystalle stammen von diesem Handstücke.

Als weitere Fundorte führt Herr Braun an:

- 404. Straße und Lexington Avenue, New York;
- 418., 420., 422. Straße und Madison Avenue, New York;
- 438., 439., 440., 449. Straße und Hott Avenue;
- 433., 435., 449. Straße und Rudson River, R. R.;
- 449. Straße und Sheerier Place;
- 474. Straße und Boulevard.

Das Mineral besitzt einen starken Pleochroismus, von farblos zu tiefblau; letztere Farbe ist immer in der Richtung der Verlängerung. Die Auslöschung ist parallel; das Mineral krystallisiert rhombisch. Vollkommene Spaltbarkeit nach dem Makropinakoid; durch die Spaltungsebene ist eine stumpfe Bisectrix zu beobachten. Ferner ist unvollkommene Spaltbarkeit nach der Basis zu erwähnen; basale Schnitte lassen eine unvollkommene prismatische Spaltbarkeit erkennen. Durch einen solchen Querschnitt ist eine spitze Bisectrix zu beobachten (negativ). Ebene der optischen Axen ist das Brachypinakoid; die optische Orientierung ist  $a = c$ ,  $b = \bar{b}$ ,  $c = a$ . Der Pleochroismus ist  $c = \bar{b} = \text{farblos}$ ,  $a = \text{tiefblau}$ . Absorption  $a > \bar{b} = c$ . Manche Schnitte zeigen polysynthetische Zwillingslamellen, aber ihr Gesetz war nicht zu ermitteln.

**Arizona.** Am Clip, Arizona, tritt der Dumortierit in einem Quarzgestein auf, das nicht auf seiner ursprünglichen Lagerstätte (Hillebrand), sondern nur in Form loser Gerölle gefunden wurde. Dumortierit und Quarz bilden den Hauptbestandteil; Cyanit, Magnetit und Muscovit treten untergeordnet auf. Das Gestein ist feinkörnig und durch den Dumortierit blau gefärbt.

Unter dem Mikroskope zeigt ein Dünnschliff zahlreiche kleine leistenförmige Prismen von Dumortierit nach allen Richtungen eingelagert in eine Masse von allotriomorphem Quarz mit mehreren Muscovitblättern, reichlichem Magnetit, etwas Apatit und Rutil. Feldspat scheint ganz zu fehlen.

Der Dumortierit zeigt den gewöhnlichen Pleochroismus: farblos zu blau und die normalen Eigenschaften. Er erscheint in den Schliffen sehr frisch und ohne Andeutung einer Umwandlung; der begleitende Muscovit ist primär.

Die Quarzkörner sind (relativ genommen) ziemlich groß und nicht gequetscht wie jene am Gestein aus Californien. Das Gestein scheint nach seiner Bildung gewaltsame Änderungen nicht erlitten zu haben.

Der blaßgrüne Cyanit wurde von Dr. W. F. Hillebrand analysiert und gab folgende Zahlen:

$\text{SiO}_2$	36,30
$\text{Al}_2\text{O}_3 (+ \text{TiO}_2)$	62,51
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,70
$\text{FeO}$	nicht bestimmt
$\text{CuO}$	Spuren
Glühverlust	0,40
	<hr/> 99,91

Spec. Gew. bei 3,656 bei 18,5° C.

**Californien.** Ford erwähnte zuerst diesen Fundort und gab eine Analyse des Dumortierit. Ich besuchte im Sommer 1903 kurz diese Örtlichkeit und sammelte eine beträchtliche Menge Material, welches gestattete,



das Mineral zu untersuchen. Dem Besitzer, Herrn J. A. Thoman aus San Diego, bin ich zu Dank verpflichtet für die Erlaubnis zum Besuche des interessanten Fundortes und zum Sammeln von Handstücken.

Das Vorkommen findet sich in einem Gange, einige Meilen östlich von Dehesa, Bezirk San Diego, nicht weit entfernt von dem von Prof. Lawson<sup>1)</sup> beschriebenen Kugelgabbro. Das gewöhnliche Gestein in dieser Gegend ist Granit, verbunden mit großen Gabbromassen; eine besondere Form derselben ist der Kugelgabbro. Gabbro wie Granit enthalten viele Pegmatitgänge; in einem dieser Gänge, in zersetztem Biotitgranit, kommt der Dumortierit vor. Der fragliche Gang ist 1000 Fuß lang und 30—40 Fuß mächtig; das Streichen ist S. 70° östl.; das Fallen 70° N. 20° östl.

Das Gestein besteht hauptsächlich aus Quarz; daneben tritt entweder Sillimanit oder Dumortierit auf. Feldspat fehlt im Gange vollständig. Entsprechend dem Gesteinscharakter kann man den Gang in einen oberen und unteren Teil unterscheiden. Der erstere ist feinkörnig und besteht aus Quarz und Sillimanit; letzterer ist grobkörnig und aus Quarz und Dumortierit bestehend. Der obere Teil macht ungefähr die Hälfte des Ganges aus und besteht aus einem feinkörnigen, weißen, zuckerartigen Gestein; bisweilen ist die Farbe graulich; Dumortierit tritt niemals auf. Seine Structur ist mehr oder weniger schieferig; er spaltet sich in Stücke parallel dem Fallen. Etwas Muscovit tritt bisweilen auf und kleine Krystalle von Titanoxyd sind ganz häufig; gelegentlich kann man auch etwas Pyrit wahrnehmen.

Unter dem Mikroskope besteht das Gestein aus allotriomorphem Quarz, aus Sillimanitprismen, die in parallelen Bündeln angeordnet sind (schieferige Structur) und etwas Muscovit, wahrscheinlich secundärer Entstehung. Accessorisch treten Titanit, Titanoxyd, Rutil (?), Pyrit, Apatit, Zirkon und Korund auf. Der Sillimanit findet sich in kurzen und langen Prismen. Die ersteren sind gewöhnlich vereinigt zu parallelen Bündeln, die den ganzen Schliff durchziehen, oder auch an beiden Enden abgeschnitten und bilden so flache Linsen. Die Prismen sind kurz und dick, mehr oder weniger unregelmäßig im Umriss, mit zahlreichen Querrissen. Die einzelnen Bruchstücke sind bisweilen beträchtlich aus ihrer Lage verschoben. Auch eine ganze Prismenreihe kann zerbrochen und die Lage der Bruchstücke gestört sein. Die Verschiebung findet immer statt in der Längsrichtung der Prismen. Die Enden sind gewöhnlich mehr oder weniger gerundet. Makropinakoidale Spaltbarkeit ist bisweilen gut entwickelt; einige nahezu quadratische Querschnitte zeigen die diagonale Spaltbarkeit. Titanoxyd und Zirkon treten bisweilen als Einschlüsse in den Prismen auf. Diese Prismen zeigen hier und da kleine Veränderungen und scheinen manchmal ganz verschwunden

---

1) Bull. Dept. Geol., Univ. Cal., 1904, 3, 883—896.

zu sein, indem sie eine opake Masse bilden oder eben noch die Umrisse der früheren Prismen erkennen lassen.

Die langen, dünnen Prismen bilden die verschiedensten Winkel mit einander und sind nicht in Bündeln gruppiert wie die andern. Die Kanten sind scharf; an den Enden treten oft zwei Flächen von spießigem Aussehen auf. Diese Prismen sind gewöhnlich kleiner als die andern und werden immer dünner, bis sie so schmal werden, daß sie undurchsichtig sind. Diese langgestreckten, haarfeinen Einschlüsse wurden zuerst für Rutil oder Magnetit gehalten, sind aber bloß als äußerst dünne Sillimanitprismen zu betrachten.

Optisch sind die beiden Formen identisch und als Sillimanit zu bezeichnen. Ihr Relief tritt deutlich hervor und die Doppelbrechung ist ziemlich stark. In der Längsrichtung liegt immer eine Axe kleinster Elasticität. Die Krystalle sind ohne Pleochroismus und löschen immer parallel aus. Pleochroitische Hüfe wurden nicht beobachtet.

Der Quarz ist allotriomorph und gewöhnlich stark zerrissen. Meist gehen die Hauptrisse parallel den Sillimanitbündeln, wenn auch Risse senkrecht zu diesen Bündeln ebenfalls zahlreich sind. Auch kommen viele unregelmäßige Querrisse vor. Einige Quarzkörner scheinen stark in ihrer Lage gestört zu sein; die entstandenen Risse sind mit secundärem Quarz angefüllt. Bisweilen haben die Sillimanitbündel »Augen«-Bildung veranlaßt. An manchen Stellen zeigt der Quarz große Flüssigkeitseinschlüsse, schnurartig angeordnete kleine Einschlüsse kommen vor, wenn auch nicht häufig. Außer den erwähnten Einschlüssen und den accessorischen Mineralien enthält der Quarz stellenweise in ziemlicher Menge einen feinen undurchsichtigen Staub, wahrscheinlich Magnetit. Solche Dünnschliffe geben, wenn sie zwischen gekreuzten Nicols dunkel bleiben, im convergenten Lichte ein positives einaxiges Kreuz.

Von den accessorischen Bestandteilen tritt vorherrschend Titanoxyd, wahrscheinlich Rutil auf. Einige wenige Körner sind wahrscheinlich Titanit. Sie zeigen bisweilen schwachen Dichroismus (gelb zu braun); ihre Dimensionen sind nach allen Richtungen gleichmäßig. Einige Krystalle in den Sillimanitbändern sind gequetscht und in die Länge gezogen. Einmal wurde ein Korundkrystall in Rutil eingeschlossen beobachtet. Zirkon ist auch weit verbreitet in unregelmäßigen Körnern, gewöhnlich von sehr geringer Größe. Ein größeres Stück zeigt gelegentlich roh den normalen Krystallumriß, scheint jedoch mehr oder weniger corrodirt zu sein. Ein großer Krystall wies mehrere kleine Rutileinschlüsse auf. Die Mineralien scheinen in folgender Reihe auskrystallisiert zu sein: Korund, Rutil (und Titanit), Zirkon, Sillimanit und Quarz. Es ist möglich, daß zwei Sillimanitgenerationen vor-

handen sind. Die langen, dünnen, scharf ausgebildeten Krystalle im Quarz sind vielleicht später entstanden als die Krystalle in den Bändern.

Das Gestein wurde analysiert und gab folgende Resultate:

<i>SiO<sub>2</sub></i>	75,54
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	18,65
<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	0,35
<i>FeO</i>	0,06
<i>MgO</i>	fehlt
<i>CaO</i>	0,03
Alkalien	fehlen
<i>H<sub>2</sub>O</i> (unter 107°)	1,10
<i>H<sub>2</sub>O</i> (über 107°)	3,67
<i>TiO<sub>2</sub></i>	0,48
<i>ZrO<sub>2</sub></i>	0,06
<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	Spuren
<i>FeS<sub>2</sub></i>	0,10
	<hr/> 100,04

Der große Wassergehalt läßt sich schwer erklären. Mag er auch zum Teil von den Einschlüssen im Quarz herrühren und nimmt man etwas Wasser von der beginnenden Umwandlung des Sillimanit herrührend an, so bleibt immer noch ein großer Betrag unaufgeklärt.

Läßt man das Wasser und die accessorischen Bestandteile unberücksichtigt, so besteht nach der Analyse das Gestein aus

69 % Quarz und  
31 % Sillimanit.

Zieht man das Wasser und die untergeordneten Bestandteile vom ganzen Gestein ab, so enthalten wir

Berechnet aus der Analyse:      Berechnet für obige Zusammensetzung:

<i>SiO<sub>2</sub></i>	80,3 %	80,5 %
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	19,7	19,5

Gegen die Mitte des Ganges zu verliert das Gestein seine Schieferstructur, wird dichter und wir finden gelegentlich Massen von Dumortierit, die allmählich an Menge zunehmen, bis schließlich der untere Teil des Ganges vorherrschend aus Dumortierit und Quarz besteht. Sehr selten ist Turmalin in kleinen schwarzen Krystallen oder Granat zu sehen. Muscovit ist in größeren oder geringeren Mengen über den ganzen unteren Teil zerstreut und bildet stellenweise einen wesentlichen Bestandteil des Gesteins.

Der untere Teil des Ganges unterscheidet sich vielfach vom oberen. Die Schieferstructur fehlt gänzlich, das Gestein ist sehr dicht und besitzt ein geflecktes Aussehen, herrührend von den dunkeln Dumortieritbüscheln auf dem weißen Quarzuntergrunde.

Der Dumortierit bildet bisweilen sehr große Massen; Beispiele mit  $5 \times 3 \times 3$  cm sind nicht ungewöhnlich. Sie besitzen gewöhnlich strahlige säulenförmige Structur und brechen nahezu parallel der Basis mit recht ebenen Flächen weg; an großen Krystallen wird die Bruchfläche etwas schalenförmig. Da die Nadeln nicht genau parallel sind, sondern strahlig stehen, so kann der Bruch nur annähernd senkrecht zur allgemeinen Längsrichtung der Fasern sein. Diese Dumortieritmassen wittern aus dem Gesteine heraus und ragen sehr weit hervor. Sie zeigen gewöhnlich viele Spaltungsrisse parallel der Basis. Die Farbe des Minerals ist lavendelblau und ähnelt in gewisser Hinsicht der von dichtem Rubellit. Zu dieser ungewöhnlichen Farbe tritt noch ein außergewöhnlicher Pleochroismus, von farblos zu purpurrot anstatt blau.

Der Quarz ist dichtkörnig und hat ein etwas schmutziges Aussehen. Bisweilen finden sich große Massen frei von Dumortierit. Magnetit, wie Titanoxyd (Rutil ?) treten in kleinen Körnern auf. Um das Fehlen von Feldspat und anderen Silicaten festzustellen wurde eine reine Quarzprobe analysiert:

<i>SiO<sub>2</sub></i>	98,78
<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	0,45
<i>CaO</i>	0,10
<i>MgO</i>	fehlt
<i>TiO<sub>2</sub></i>	0,64
<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	Spuren
	<hr/> 99,94

Ein untergeordneter Teil des Gesteins besteht aus Quarz, Muscovit und Dumortierit, welcher hier aus kleinen Stücken, nur bis zu einigen Millimetern dick, besteht. Der Glimmer bildet einen wesentlichen Bestandteil und wird stellenweise vorherrschend.

Unter dem Mikroskope erweisen sich die den unteren Teil des Ganges bildenden Mineralien als Dumortierit und Quarz, untergeordnet von Muscovit und Sillimanit begleitet; accessorisch treten auf Magnetit, Titanit, Rutil (?), Apatit und Zirkon, neben einer Anzahl kleiner nicht näher ermittelter Einschlüsse. Der Dumortierit findet sich in unregelmäßigen Massen mit zerrissenem Umriß, im Aussehen oft nicht unähnlich der Hornblende in einem Diorit. Daneben bildet er fächerartige, strahlige Massen, bisweilen von beträchtlicher Größe. Auch unregelmäßige, faserige Bruchstücke, zerstreut durch den Schliß, kommen vor. Der Quarz ist allotriomorph, nur wenig zerrissen und stellenweise mit ziemlich reichen Einschlüssen. Außer etwas Muscovit treten secundäre Mineralien nicht auf.

Die gewöhnliche Form des Dumortierit sind die strahligen fächerförmigen Massen, die recht verschiedene Größe haben können. Überschreitet das ganze Stück die Größe eines Quadranten, so ist bei gekreuzten Nicols

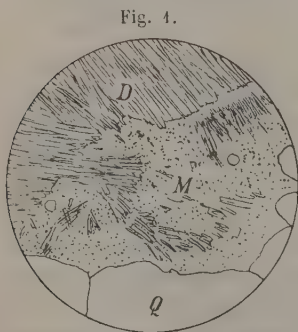


teilweise das schwarze Kreuz der Sphärolithe sichtbar. Diese fächerartigen Gebilde sind wahrscheinlich das Resultat eines unvollkommenen kugeligen Wachstums. Das vollkommenste Stück bildete nur einen Halbkreis. An manchen Stellen sind die Fasern nicht strahlig angeordnet; die (prismatischen) Spaltungslinien sind vollkommen parallel. Gegen das Ende hin werden einige Stücke entschieden faserig; die verschiedenen einzelnen Fasern weichen etwas ab von der rein parallelen Lage. Zwischen diesen Fasern zeigen sich oft körnige Aggregate von Muscovit.

An einer Zahl von Stücken ist (secundäre) Bildung von Fasern zu sehen, die wahrscheinlich in allen Fällen Dumortierit darstellen, da bei peinlicher Beobachtung ein schwacher Pleochroismus zu sehen ist. Sie wurden zuerst für Sillimanit gehalten, stimmen jedoch in allen Eigenschaften, soweit man sie ermitteln kann, mit Dumortierit überein. Diese Fasern kann man in zwei Gruppen trennen.

Die erste Gruppe bilden jene Fasern, welche anscheinend durch secundäre Bildung an der Hauptmasse des Dumortierit entstanden sind. Sie sind stark verzweigt und bilden oft einen radialstrahligen Rand um einen ganzen Mineraldurchschnitt. Sie durchdringen die Quarzkörner; Muscovit in den Zwischenräumen fehlt. Die Linie, an der sie die Hauptmasse des Minerals berühren, ist gewöhnlich recht scharf ausgebildet. Gewöhnlich stehen die Fasern senkrecht zur Kante der Hauptmasse, stellenweise jedoch treten beträchtliche Abweichungen auf, besonders wo fächerartige Gruppen auftreten.

Die zweite Gruppe stellt offenbar eine Stufe dar in der Umwandlung des Dumortierit in Muscovit. Die feste Dumortieritgrundmasse wird faserig und zerfällt an den Kanten in kleine Fasern, welche sich allmählich von der Muttersubstanz lostrennen. Ihre frühere Berührungsstelle ist von einer körnigen Muscovitmasse ausgefüllt, die auch den Raum zwischen den Fasern einnimmt. Der Proceß schreitet allmählich fort, bis wir schließlich eine große, körnige Muscovitmasse haben, in die wenige nadelige Prismen des ursprünglichen Minerals eingebettet sind. Fig. 4 zeigt in einem Diagramm eine Stufe in dem Umwandlungsprocesse.



Basale Dünnschliffe bieten ein ganz verschiedenes Aussehen. Die makropinakoidale Spaltbarkeit, die an dem Mineral von New York so deutlich hervortritt, ist an dem californischen Mineral nicht zu beobachten. Die unvollkommene prismatische Spaltbarkeit ist vorhanden und teilt den Querschnitt in eine Menge unregelmäßiger Stücke. Gelegentlich ist ein kurzer Riß parallel dem

Brachypinakoid zu beobachten; es besitzt das Mineral vielleicht eine unvollkommene unterbrochene brachypinakoidale Spaltbarkeit.

Die prismatische Spaltbarkeit geht parallel dem Prisma {210}. Zahlreiche Messungen ergaben für den Winkel (040): Spaltungsriß =  $62^{\circ}$ — $67^{\circ}$ , im Mittel  $64^{\circ}$ — $65^{\circ}$ . Der Winkel (040):(210) =  $65^{\circ} 23'$ . Die Spaltungsrisse sind unregelmäßig und genaue Messungen sind schwer zu erhalten; aber die erhaltenen Werte reichen hin, um die Spaltbarkeit zu bestimmen. Es wurde dabei die Neigung gegen die Ebene der optischen Axen gemessen.

Oftmals wurden polysynthetische Zwillingslamellen beobachtet; in einem Falle (in demselben, der die prismatische Spaltbarkeit zu messen gestattete) konnten sie bis zu einem gewissen Grade bestimmt werden. Die alternierenden Lamellen löschen gleichzeitig aus; die Auslöschungen zweier benachbarter Lamellen bilden einen Winkel von ca.  $34^{\circ}$ . Die Berührungslinie ist parallel der Spaltbarkeit oder einer Fläche des Prismas {210}. Die Ebene der optischen Axen ist parallel (oder wenigstens nahezu) in benachbarten Lamellen.

Das Mineral zeigt schönen Pleochroismus, besonders wenn der Schnitt nicht zu dünn ist.  $c = a$  farblos,  $b = b$  farblos bis sehr blaßrot,  $a = c$  tief purpurrot. Keiner der Schlitze zeigt den gewöhnlichen blauen Pleochroismus. In manchen Schliffen finden sich jedoch bestimmte kleine Flecke von wechselnder und unregelmäßiger Gestalt, die den gewöhnlichen Pleochroismus zeigen. Die kleinen blauen Flecke auf dem intensiv roten Untergrunde bilden einen sehr schönen Anblick. In manchen Schliffen zeigt ein großer Teil eine schwach bläulichrote Farbe, gewissermaßen als Übergang zwischen tiefblau und purpurrot.

Der Dumortierit von Californien enthält ca.  $4\frac{1}{2}\%$  Titanoxyd, das als  $Ti_2O_3$  aufgefaßt ist und einen Teil der Thonerde ersetzt. Zieht man die andern bekannten Fälle in Betracht, so scheint es, daß Titan die Hauptursache dieses purpurroten Pleochroismus ist. Proben des Minerals von Washington und Arizona, frei von Titanit und Rutil, die den gewöhnlichen Pleochroismus farblos zu blau zeigten, wurden qualitativ mit Wasserstoffsuperoxyd auf Titan geprüft, immer mit einem negativen Erfolge. Man könnte daraus folgen, daß in jenen Dumortieritpartien, deren Farbe blau ist, Titan fehlt, und daß sie molekulare Centren, frei von Titan, sind. Die Absorption ist  $a > b = c$ ; optisch negativ; die spitze Bisectrix  $a$  ist senkrecht zur Basis. Ebene der optischen Axen ist das Brachypinakoid. Die Doppelbrechung ist, allerdings nur wenig, stärker als beim Quarz.

In Dünnschliffen zeigt der Dumortierit nur selten Einschlüsse. Das Mineral ist gewöhnlich rein. Nur Muscovit findet sich als Einschluß, und das nicht in stricter Bezeichnung, da er nur als secundäres Product entlang den feinen Rissen im Mineral auftritt. In einem einzigen basalen Durch-

schnitte zeigte sich eine Anzahl Rutilkryställchen eingeschlossen; aber solche Einschlüsse sind sehr selten.

Der Quarz bildet große allotriomorphe Körner mit sehr wenig Rissen und bisweilen fast frei von Einschlüssen und dann wieder dick mit solchen besät. In keiner Weise ist am Quarz Druckwirkung zu erkennen wie am Quarz des oberen Gangteiles. Gelegentlich zeigt zwischen gekreuzten Nicols ein einzelnes Quarzkorn mehrere Farbenbänder; diese Bänder treten an mehreren Körnern auf und sind im ganzen Schliff einander parallel. Die Einschlüsse sind Sillimanit, Magnetit, Rutil (?) und ein nicht näher bestimmtes Mineral.

Das Ganggestein ist zweifellos plutonischen Ursprungs. Bei der Bildung des ganzen Ganges hat jedenfalls eine Unterbrechung stattgefunden. Der obere Sillimanit führende Teil war mehr oder weniger fertig gebildet, als eine Masse an die Stelle eindrang, die jetzt den unteren Teil des Ganges einnimmt. Diese Masse übte einen großen Druck aus auf den schon teilweise gebildeten oberen Teil und veranlaßte so dessen schiefrige Structur. Borsäure fand sich in großen Mengen in der unteren Masse. Möglicherweise fand deren Eindringen später statt und hat den Druck der unteren Massen vermehrt, in denen beim langsamen Abkühlen ein Borosilicat (Dumortierit) und Quarz sich bildeten. Das Fehlen von Dumortierit im oberen Teile scheint auf ein späteres Eindringen der Borsäure in die ganze Masse hinzudeuten; hätte sich das Magma ohne diese nachträgliche Intrusion abgekühlt, so wäre das Gestein wohl einheitlich geblieben und würde aus einem Thonerdesilicat (Sillimanit oder Andalusit) und Quarz bestehen. Die eindringende Borsäure konnte den Charakter des oberen Teiles, der schon fertig gebildet war (wenigstens teilweise), nicht verändern; ihre Wirkung erstreckte sich nur auf den unteren. Ist vielleicht Druck die Ursache, daß Sillimanit und nicht Andalusit entstand?

**Washington.** Ford erwähnt dieses Vorkommen und führt als Fundort den Hauptarm der nördlichen Gabelung des Washougallflusses im Skamania County an. Er gibt an, daß der Dumortierit in einer neuen Ausbildungsweise auftritt, in Form kleiner Sphärolithe, die bis zu 3 mm Durchmesser haben.

Herr Brereton aus Woodstock, Oregon, übersandte mir mehrere Handstücke, die die Grundlage der folgenden Bemerkungen bilden.

Der Dumortierit tritt in einem hell gefärbten, feinkörnigen Gestein auf, das außer den blauen Sphärolithen noch Aggregate eines dichten, weichen hellgrün gefärbten Minerals zeigte, die sich als Muscovit erwiesen. Während die zutage tretende Gesteinsoberfläche dunkler gefärbt ist, sind die frischen Partien hellgrau, selten fast weiß. Der Dumortierit tritt bisweilen in solcher Menge auf, daß das ganze Gestein blau erscheint. Auch Pyrit findet sich stellenweise in bedeutender Menge.

Unter dem Mikroskope sieht man, daß das Gestein sehr feinkörnig ist und aus Quarz, Muscovit und Andalusit in nahezu gleichen Mengen besteht. Die porphyritischen Sphärolithe des Dumortierit fallen durch ihre Gestalt in dem feinkörnigen Gestein auf. Außer den erwähnten Aggregaten von Muscovit ist Pyrit reichlich vorhanden; auch einige Körner von Magnetit (Ilmenit?), umgeben von Leukoxen, sind zu sehen. Stellenweise tritt der Leukoxen mehr hervor.

Der Andalusit tritt in kurzen Leisten mit quadratischem Querschnitte und auch in unregelmäßigen Massen ohne bestimmte Form und mehr oder weniger undurchsichtig auf. Sie stellen wahrscheinlich irgend ein Stadium der Umwandlung, möglicherweise in Muscovit, dar. Gewöhnlich erscheinen die Leisten klein, werden jedoch gelegentlich verhältnismäßig recht groß. Im allgemeinen ist der Andalusit in der Umgebung der größeren Sphärolithe viel grobkörniger als die Hauptmasse, wenn auch vielfache Ausnahmen bestehen. Im klaren und durchsichtigen Zustande zeigen die Leisten die normalen Eigenschaften des Andalusit. Die Krystalle zeigen nur mäßiges Relief und die Doppelbrechung ist schwach. Bisweilen ist unvollkommene prismatische Spaltbarkeit zu beobachten. Die Prismen sind ohne Pleochroismus; pleochroitische Höfe fehlen. Die Auslöschung ist immer parallel. Die Längsrichtung ist immer eine Richtung größter Elasticität.

Sillimanit scheint ganz zu fehlen. Muscovit findet sich in grünen Massen und in kleinen Partikeln, die durch das ganze Gestein zerstreut sind. Nirgends tritt er in Platten auf, wie es beim Granit die Regel ist, sondern immer in sehr kleinen Schuppen. Ein großer Teil ist wahrscheinlich aus umgewandeltem Andalusit und Dumortierit entstanden; es ist möglich, daß die ganze Masse secundär ist und daß das Gestein ursprünglich wesentlich aus Quarz und Andalusit bestand. Eine kleine Menge des grünen Minerals, die auch etwas Andalusit und Quarz enthielt, wurde analysiert. Dabei erwies sich das Mineral, in Übereinstimmung mit dem mikroskopischen Befunde, als Muscovit.

$SiO_2$	50,43
$Al_2O_3$	32,37
$Fe_2O_3$ (Gesamteisen)	4,52
$MgO$	0,09
$CaO$	0,45
$H_2O$ (unter $107^0$ )	4,74
$H_2O$ (über $107^0$ )	5,08
$K_2O$	9,60
	100,68
Spec. Gew.	2,80

Der Quarz bildet allotriomorphe Körner; sie sind so klein und so innig



mit Andalusit und Muscovit gemengt, daß zur sicheren Bestimmung die chemische Analyse zu Hilfe genommen wurde.

Der Dumortierit tritt in kleinen Sphärolithen auf, zerstreut durch das ganze Gestein und bisweilen, zu mehreren vereinigt, einen großen blauen Fleck bildend. Im Mittel erreichen sie einen Durchmesser von  $\frac{1}{2}$ —4 mm. Ihre Gestalt ist gewöhnlich kreisförmig, jedoch oft elliptisch und kann stellenweise sehr unregelmäßig werden. Es sind radial angeordnete Fasern mit der optischen Erscheinung der Sphärolithe. Der Dumortierit löscht parallel aus; seine Doppelbrechung ist etwas stärker als die des Quarzes und auch ein wenig stärker als beim Andalusit, obwohl die beiden letzteren Mineralien in der Doppelbrechung sich nur sehr wenig unterscheiden.

Der Pleochroismus schwankt in seiner Intensität so, daß in manchen Sphärolithen concentrische Bänder der Fasern stark in der Tiefe der Farbe sich unterscheiden. Manche Sphärolithe sind fast farblos; sie wurden zuerst für Parallelverwachsungen von Andalusit mit Dumortierit gehalten. Aber ein solcher Schluß konnte nicht bewiesen werden.

Die Fasern sind nicht immer vollkommen radial; sie sind bisweilen zu »Pinseln« vereinigt und diese können dann, zu mehreren vereinigt, Sphärolithe bilden. Die Fasern werden so stellenweise stärker zusammengedrängt; dadurch wird häufig der Pleochroismus viel intensiver, so daß in manchen Sphärolithen zahlreiche, viel tiefer blau gefärbte Flecke sich von den übrigen Partien abheben. Oft findet sich reichlich Muscovit in den Sphärolithen, zwischen den Fasern gebildet; er ist wahrscheinlich ein Umwandlungsproduct des Dumortierit. Häufig ist eine Dumortieritmasse fast vollständig in Glimmer umgewandelt, wobei das ursprüngliche Mineral nur in geringen Resten zurückblieb.

Die Dumortieritfasern sind zwar gewöhnlich radial angeordnet, zeigen jedoch bisweilen auch andere Formen. Einige dieser Aggregate, wie sie unter dem Mikroskope zu sehen sind, zeigt Fig. 2.

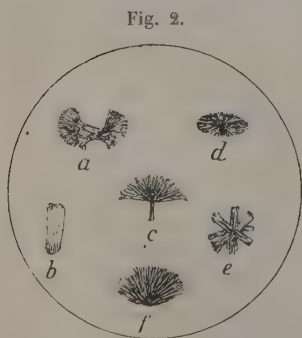


Fig. 2 zeigt Variationen der typischen Sphärolithenbildung der Dumortieritfasern. *a* zeigt vier Prismen, die unregelmäßig im Centrum zusammentreffen, während die Enden in »Pinsel« feiner Fasern sich ausbreiten. Diese Form ist recht häufig. *b* stellt eine prismatische Partie dar, die an beiden Enden in Fasern ausläuft. Diese Form findet sich gewöhnlich an dem Vorkommen in New York, Arizona und Cali-

fornien, ist jedoch selten beim Dumortierit von Washington. *c* stellt eine Art Fächer dar und ist gebildet von mehreren, mit einander vereinigten

»Pinseln«. Dieser Typus ist häufig. *d* ist eine mehr elliptische Form der Sphärolithe. *e* ist eine Gruppe von Prismen, ähnlich wie die in *b* dargestellten. Aber die Prismen werden am Ende nicht pinselartig wie bei *a*. Diese Art ist seltener. *f* ist ein Bündel radial angeordneter Fasern, aber im Gegensatz zu *e* ohne Stiel; ziemlich häufig.

Zur Bekräftigung der mikroskopischen Mineralbestimmung wurde eine frische Gesteinsprobe analysiert. Es ergaben sich folgende Resultate:

$\text{SiO}_2$	57,48
$\text{Al}_2\text{O}_3$	34,10
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,54
$\text{FeO}$	0,28
$\text{MgO}$	0,10
$\text{CaO}$	0,63
$\text{Na}_2\text{O}$	0,39
$\text{K}_2\text{O}$	2,57
$\text{H}_2\text{O}$ (unter $107^\circ$ )	0,69
$\text{H}_2\text{O}$ (über $107^\circ$ )	2,02
$\text{TiO}_2$	0,66
$\text{ZrO}_2$	0,02
$\text{CO}_2$	fehlt
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,53
$\text{FeS}_2$	0,28
$\text{MnO}$	fehlt
$\text{BaO}$	0,04
$\text{SrO}$	Spuren ?
$\text{Li}_2\text{O}$	fehlt
	<hr/> 100,03

200 g des Gesteins lieferten 4,3 g Dumortierit. Etwas wurde dabei ohne Zweifel verloren; die Probe enthielt immer noch etwas Andalusit, aber  $2\text{--}2\frac{1}{2}\%$  wird wohl annähernd der Gehalt an Dumortierit ausmachen.

Die mineralogische Zusammensetzung des Gesteins ist ungefähr die folgende:

Andalusit	35 %
Dumortierit	2
Quarz	32
Muscovit	27
Accessorische Bestandteile	4
	<hr/> 100 %

Die accessorischen Mineralien sind Pyrit, Magnetit, möglicherweise Ilmenit, Leukoxen und Apatit. Rechnet man den Dumortierit als Andalusit und den  $\text{Na}_2\text{O}$ -Gehalt in  $\text{H}_2\text{O}$  um, so ergibt sich folgende Gegenüberstellung:

	Berechnete Zusammensetzung:	Gefunden:
$\text{SiO}_2$	57,68	57,18
$\text{Al}_2\text{O}_3$	33,84	34,10
$\text{K}_2\text{O}$	3,19	3,16
$\text{H}_2\text{O}$	1,22	2,02
Accessorisch	4,12	3,54
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

Von Interesse ist eine Gegenüberstellung der drei westlichen Vorkommen, bei denen der Feldspat gänzlich fehlt und das Gestein im wesentlichen aus den folgenden Bestandteilen besteht:

Arizona: Dumortierit, Quarz, Muscovit, Cyanit.

Californien: » » » Sillimanit.

Washington: » » » Andalusit.

Da die drei Mineralien Cyanit, Sillimanit und Andalusit ihrer chemischen Zusammensetzung nach identisch sind, so ist wahrscheinlich auch die Zusammensetzung des ganzen Gesteins die nämliche.

### Krystallographische Untersuchung.

Bei einem Besuche des Fundortes in Californien wurde sorgfältig nach Dumortieritkrystallen gesucht; aber gute, vollkommene Krystalle ließen sich nicht finden. Eine große Menge scheinbar aussichtsreichen Materials wurde gesammelt und dann sorgfältig mit der Lupe abgesucht. Ein winziger Krystall wurde gefunden mit mehreren recht guten Flächen in der Prismenzone; auf dem Goniometer ließen sich noch winzige Endflächen erkennen, die schlechte Reflexe gaben. Bei weiterer Durchsuchung fand sich ein Krystall mit mehreren Prismenflächen, aber ohne Endflächen.

Die Sammlung von Dumortierithandstücken vom Clip in Arizona im Nationalmuseum der Vereinigten Staaten wurde durchgesehen. An einem Handstücke fand sich ein kleiner Krystall mit zwei Prismenflächen und einem Doma. Weiterhin wurden beim Mineral von New York drei kleine Krystalle gefunden. Dieses kärgliche Material diente zur folgenden Untersuchung. Die Resultate können keinen Anspruch auf Genauigkeit machen; aber es waren bessere nicht zu erhalten. Die Krystalle von Californien und New York sind langprismatisch, während der aus Arizona stammende Krystall als kurzprismatisch zu bezeichnen ist.

Der Dumortierit krystallisiert rhombisch. Aus den Messungen wurde folgendes Axenverhältnis berechnet:

$$a = 0,8897$$

$$c = 0,6874.$$

Die Messungen wurden am zweikreisigen Goniometer ausgeführt; die Werte für  $p_0$  und  $q_0$ , aus denen das obige Axenverhältnis berechnet wurde, sind:

$$p_0 = 0,7723$$

$$q_0 = 0,6871.$$

Folgende Formen wurden beobachtet:  $b\{010\}$ ,  $a\{100\}$ ,  $l\{120\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $g\{320\}$ ,  $n\{210\}$ ,  $d\{102\}$ ,  $v\{203\}$ .

Außer diesen Formen lieferten auch noch verschiedene andere winzige Flächen Reflexe. Aber die Flächen waren so klein und ihre Reflexe so schlecht, daß die Formen sehr strittig bleiben. Sie finden sich deswegen oben nicht angeführt. Die Mittel der gemessenen und die berechneten Werte sind in der folgenden Tabelle einander gegenübergestellt.

	Beobachtet:		Berechnet:	
	$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$b = 0\infty = (010)$	$0^0 0'$	$90^0 0'$	$0^0 0'$	$90^0 0'$
$a = \infty 0 = (100)$	91 23	»	90 0	»
$l = \infty 2 = (120)$	29 19	»	29 20	»
$m = \infty = (110)$	49 4	»	48 20	»
$g = \frac{3}{2}\infty = (320)$	59 49	»	59 19	»
$n = 2\infty = (210)$	65 23	»	66 4	»
$d = \frac{1}{2}0 = (102)$	91 24	21 46	90 0	21 7
$v = \frac{2}{3}0 = (203)$	87 39	26 58	»	27 14

Das Brachypinakoid tritt an vier Krystallen auf, gewöhnlich mit breiten Flächen. Einige liefern relativ gute Reflexe.

Das Makropinakoid findet sich, immer mit schmalen Flächen, an allen Krystallen, außer an dem von Arizona. Die Reflexe sind schlecht; aber sie reichen aus, um die Form zu identifizieren. Die Werte für  $\varphi$  sind:

Gemessen:	Berechnet:
$90^0 2'$ (Californien)	$90^0 0'$
93 46 ( - )	
90 0 ( - )	
92 57 (New York)	
94 15 ( - )	
90 16 ( - )	

Das Prisma  $l\{120\}$  findet sich an vier Krystallen in Form schmaler Flächen, die schöne Reflexe geben.

Gemessen:	Berechnet:
$30^0 0'$ (Californien)	$29^0 20'$
28 0 ( - )	
29 22 ( - )	
29 34 (New York)	
29 39 ( - )	

Das primäre Prisma ist an den Krystallen aus Californien schlecht ausgebildet, indem es nur einmal mit einer schmalen, schlecht reflectierenden



Fläche auftritt. An dem Krystalle von Arizona findet es sich mit zwei breiten Flächen.

Gemessen:	Berechnet:
48° 52' (Californien)	48° 20'
49 46 (Arizona)	

Das Prisma  $g\{320\}$  wurde verschiedene Male an den Krystallen beider Vorkommen beobachtet. Die gemessenen Werte weichen etwas von einander ab.

Gemessen:	Berechnet:
58° 55' (Californien)	59° 49'
59 42 ( - )	
60 36 ( - )	
59 38 ( - )	
59 23 ( - )	
60 44 ( - )	
59 4 (New York)	
60 7 ( - )	
59 25 ( - )	
60 23 ( - )	
60 34 ( - )	

Das Prisma  $n\{210\}$  findet sich viermal, mit schönen Reflexen.

Gemessen:	Berechnet:
65° 26' (Californien)	66° 4'
65 35 ( - )	
65 49 ( - )	
65 42 ( - )	

Das Makrodoma  $d\{402\}$  tritt einmal auf an dem Krystalle von Arizona. Die Reflexe waren nicht sehr gut.

Das Doma  $v\{203\}$  findet sich an einem der Krystalle aus Californien. Die Fläche ist außerordentlich klein und der Reflex schlecht.

An Krystall Nr. 4 (New York) wurden zwei sehr kleine Flächen mit schlechten Reflexen beobachtet.

	Gemessen:	
1.	83° 46'	47° 54'
	83 46	47 44
2.	80 49	46 50
	84 47	47 28

Es stimmen diese Werte annähernd für das Symbol  $\{8.4.20\}$  oder  $\{205\}$ , wenn man die Form als vicinale Ausbildung eines Domas annimmt.

Folgendes sind die Combinationen, die die sechs Krystalle zeigen:

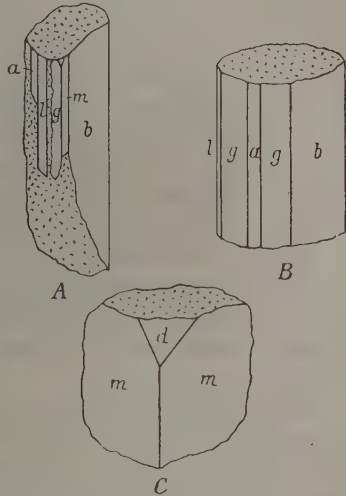
Nr. 1.	Californien	$b$	$a$	$l$	$m$	$g$	$n$	—	$v$
- 2.	-	$b$	$a$	$l$	—	$g$	$n$	—	—

Nr. 3.	Arizona	—	—	—	$m$	—	—	$d$	—
- 4.	New York	$b$	$a$	—	—	$g$	—	—	—
- 5.	-	$b$	$a$	$l$	—	$g$	—	—	—
- 6.	-	—	$a$	$l$	—	$g$	—	—	—

Fig. 3.

In Fig. 3 sind drei dieser Krystalle dargestellt und zwar in *A* ein Krystall aus Californien (Größe: 1 mm  $\times$   $\frac{1}{4}$  mm), in *B* von New York (Größe: 1 mm  $\times$   $\frac{1}{2}$  mm) und in *C* aus Arizona (Größe: 1 mm  $\times$  1 mm).

Folgende Tabelle enthält auf Grund der in dieser Abhandlung angegebenen Elemente die Berechnung der Formen des Dumortierit. Die Tabelle entspricht den in Goldschmidts Winkeltabellen angeführten Formen.



$a = 0,8897$	$\lg a = 9,94924$	$\lg a_0 = 0,41202$	$\lg p_0 = 9,88779$	$a_0 = 1,2943$	$p_0 = 0,7723$
$c = 0,6874$	$\lg c = 9,83702$	$\lg b_0 = 0,46298$	$\lg q_0 = 9,83702$	$b_0 = 1,4554$	$q_0 = 0,6874$

Nr.	Buchstab.	Symbol		$\varphi$	$\varrho$	$\xi_0$	$\eta_0$	$\xi$	$\eta$	$x$ (Prismen) ( $x:y$ )	$y$	$d =$ $\lg \varrho$
		Miller	Gdt.									
1	$b$	010	0 $\infty$	00 0'	900 0'	00 0'	900 0'	00 0'	900 0'	0	$\infty$	$\infty$
2	$a$	100	$\infty 0$	90 0	»	90 0	0 0	90 0	0 0	$\infty$	0	»
3	$l$	420	$\infty 2$	29 7	»	»	»	29 7	60 53	0,5570	$\infty$	»
4	$m$	110	$\infty$	49 1	»	»	»	49 1	40 59	1,4510	»	»
5	$g$	320	$\frac{3}{2}\infty$	59 47	»	»	»	59 47	30 43	1,7170	»	»
6	$n$	210	$2\infty$	65 23	»	»	»	65 23	24 37	2,1825	»	»
7	$d$	102	$\frac{1}{2}0$	90 0	21 7	21 7	0 0	21 7	0 0	0,3862	000'	0,3862
8	$v$	203	$\frac{2}{3}0$	»	27 14	27 14	»	27 14	»	0,5147	»	0,5147

Die Mineralien Andalusit, Sillimanit, Staurolith und Dumortierit zeigen in gewisser Hinsicht große Ähnlichkeiten. Sie sind alle rhombisch, besitzen ähnliche Axenverhältnisse; ihre Hauptbestandteile sind Kieselsäure und Thonerde und in mancher Hinsicht kann man diese Mineralien wohl in eine Gruppe zusammenfassen. Wendet man das Wort »isomorph« in seinem

allgemeinen weiten Sinne an, so sind diese Mineralien isomorph. Ihre Axenverhältnisse sind im folgenden verglichen:

	<i>a</i>	<i>c</i>
Andalusit	0,9864	0,7023
Sillimanit	0,970	?
Staurolith	0,9795	0,6942
Dumortierit	0,8897	0,6871

Für den Staurolith sind die Werte aus Goldschmidts Winkeltabellen entnommen, wobei *a* und *c* vertauscht sind.

Es bestand einiger Zweifel, ob die angewandte Aufstellung die beste sei oder ob nicht besser das beobachtete Prisma {210} als primäres Prisma aufzufassen sei. Die Spaltbarkeit geht parallel diesem Prisma; auch das Zwillingsgesetz steht in einiger Beziehung zu dieser Form. Überdies ist das angeführte Axenverhältnis für Staurolith, das auch Goldschmidt angenommen hat, nach meiner Meinung nicht das beste. Besser ist wohl das von Dana angegebene Axenverhältnis, bei dem *a* halb so lang ist. Die gewöhnliche Staurolithform ist prismatisch; der Prismenwinkel beträgt 50° 40' (Dana).

Andererseits ist der Prismenwinkel beim Andalusit 80° 42' und die *a*-Axe wäre, wie angegeben, 0,9864. Soll der Dumortierit in krystallographischer Hinsicht mit dem Staurolith oder mit dem Andalusit in eine Reihe gesetzt werden? Leider ist das Beweismaterial zu gering, um diese Frage zu entscheiden. An den Krystallen aus Californien ist das primäre Prisma schlecht entwickelt und fehlt ganz an den Krystallen aus New York; die bestausgebildete Form ist neben dem Brachypinakoid das Prisma {320}. Die prismatische Spaltbarkeit geht parallel {210}. Nimmt man die Spaltungsform als primäres Prisma, so ist die *a*-Axe gleich der Hälfte des angegebenen Wertes zu setzen. Andererseits zeigt der Krystall von Arizona den typischen Habitus des Andalusit; nehmen wir dieses Prisma als primär, so erhalten wir das angeführte Axenverhältnis. Nimmt man für Staurolith ein ähnliches Axenverhältnis wie für Andalusit und Dumortierit, so ist die prismatische Spaltbarkeit dieselbe wie beim Dumortierit, {210}.

Es verdient erwähnt zu werden, daß Staurolith und Dumortierit einander krystallographisch näher stehen als jedes der beiden Mineralien dem Andalusit und daß ebenso beide eine compliciertere chemische Zusammensetzung zeigen als der Andalusit.

### Physikalische Eigenschaften.

Allgemeine Eigenschaften. Makroskopische Krystalle sind außerordentlich selten; das Mineral kommt gewöhnlich nur in nadligen Prismen vor, die Krystallflächen nicht hervortreten lassen. In Washington kommt

das Mineral in sphärolithischen Formen vor, die nur eine besondere Anordnung der Fasern sind.

Die Spaltbarkeit nach dem Makropinakoid ist gut, die nach dem Prisma {210} unvollkommen, ebenso die nach der Basis; andeutungsweise ist vielleicht Spaltbarkeit nach dem Brachypinakoid vorhanden. Beim Vorkommen in New York ist die makropinakoidale Spaltbarkeit sehr gut zu sehen, während das californische Mineral die unvollkommene basische Spaltbarkeit zeigt. Der Bruch ist rau; die feinen Prismen sind etwas spröde, obwohl eine Anhäufung von Fasern sehr fest ist. Härte = 7.

Für das spec. Gewicht existieren folgende Angaben:

3,36	
3,265	
3,22	
3,349	
3,226	bis 3,43
3,244	» 3,302
<hr/>	
Mittel:	3,292

Ich bestimmte die Dichte eines Stückes von ungefähr 40 g zu 3,306. Ein guter Mittelwert dürfte 3,30 sein.

Der Glanz ist glasig, etwas atlasartig an dem faserigen Mineral aus Californien. Die Farbe ist gewöhnlich blau, doch auch lavendelblau und grünblau bis schwarz. Für die verschiedenen Vorkommen sind folgende Färbungen zu nennen:

Frankreich	blau, schwarz.
Deutschland	blau, bläulichgrün.
Schweden	blau.
New York, Washington, Arizona	blau.
Californien	lavendelblau.

In größeren Stücken ist das Mineral gewöhnlich undurchsichtig; die feinen Prismen des californischen Vorkommens sind durchscheinend bis durchsichtig.

Optische Eigenschaften. Bei allen untersuchten Vorkommen zeigt das Mineral dieselbe optische Orientierung. Die Ebene der optischen Axen ist parallel dem Brachypinakoid; die erste Mittellinie ist senkrecht zur Basis; negativ.

Die verschiedenen Vorkommen zeigen folgende Arten des Pleochroismus:

- farblos zu kobaltblau;
- blaßgelb — farblos zu kobaltblau;
- farblos zu pistaziengrün;
- farblos zu salmrot;
- farblos zu tiefcarminrot;
- farblos zu purpurrot (Californien).



Winkel der optischen Axen: für das Mineral von Norwegen wird  $2\Gamma_a = 35^\circ$  angegeben. Link erwähnt, daß der Winkel etwas kleiner ist als der des Muscovit.

Der Dumortierit von Californien zeigt einen kleinen Axenwinkel. Mit dem Mikroskop und Mikrometerocular wurden folgende nur angenäherte Werte erhalten:

$$2E_{Li} = 33^\circ$$

$$2E_{Na} = 37$$

$$2E_{Ca} = 42$$

Die Dispersion ist also  $q < v$ .

Brechungsindices. Link erhielt die Zahlen:

$$\alpha = 1,678$$

$$\beta = 1,686$$

$$\gamma = 1,689$$

$$\gamma - \alpha = 0,011.$$

Nach Michel-Lévy und Lacroix ist  $\alpha - \gamma = 0,010$  bei starker Dispersion;  $q > v$ . Nach Bertrands Originalabhandlung ist  $q < v$ . Beim Quarz ist  $\gamma - \alpha = 0,009$ , beim Andalusit  $= 0,011$ . Die Doppelbrechung des Dumortierit ist immer etwas stärker als die des Quarzes und beim Vorkommen in Washington sehr ähnlich der des Andalusit.

Verhalten beim Erhitzen. Das Mineral schmilzt nicht vor dem Lötrohre; aber es verliert seine Farbe und wird weiß. Beim Erhitzen mit Kobaltnitrat tritt Blaufärbung auf. In sehr fein gepulvertem Zustande und in inniger Mischung mit Kaliumbisulfat und Calciumfluorid, vorsichtig in die Flamme gebracht, gibt das Mineral für einen Moment grüne Färbung, die von der Borsäure herrührt; aber es ist sehr schwer, diese Reaction zu bekommen.

### Chemische Untersuchung.

1881, gleich nach der Entdeckung des Minerals durch Gonnard, gab Damour folgende Analyse:

$SiO_2$	29,85
$Al_2O_3$	66,02
$Fe_2O_3$	1,01
$MgO$	0,45
Glühverlust	2,25
	99,58
Spec. Gew.	3,36

Aus diesen Zahlen wurde die Formel  $4Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$  berechnet. Damour dachte nicht an die Gegenwart von Borsäure im Mineral: die gewogene Thonerde enthielt wahrscheinlich mehrere Procente  $B_2O_3$ . 1887 gab Riggs bei einer Analyse des Minerals von New York  $4\frac{0}{10} B_2O_3$  an. Zwei Jahre

später veröffentlichte Whitfield mehrere Analysen amerikanischer Vorkommen; alle enthielten  $B_2O_3$ . 1899 erschienen einige Beobachtungen am Mineral von Link nebst einer Analyse von W. Schimpff, die starke Borsäurereaction gab. 1902 veröffentlichte Ford drei Analysen von amerikanischem Dumortierit; er erwähnt dabei auch zwei neue Vorkommen. Im Winter 1903—1904 analysierte ich den californischen Dumortierit; das Material hierzu wurde im Sommer vorher gesammelt. Zugleich wurde der Dumortierit von Washington analysiert, den ich Hrn. Brereton verdanke.

Da eine gute Analyse für die Aufstellung einer Formel dienlicher ist als eine Anzahl schlechter, so möge hier eine Analyse des Dumortierit von Californien angeführt sein. Hieraus wurde eine Formel berechnet und wir werden prüfen, wie die andern Analysen mit dieser Formel stimmen. Der Zusammenfassung der Resultate mögen einige erläuternde Bemerkungen vorausgeschickt werden.

Eine Dumortieritanalyse ist sehr schwierig. Wegen des geringen Gehaltes an Kieselsäure läßt sich nur schwer eine gute Schmelze erhalten. Vorversuche mit dem Dumortierit von Californien ergaben, daß das, was bei dem gewöhnlichen Analysengange als Kieselsäure gewogen wurde, mehr oder weniger unzersetztes Mineral enthielt. Es wurden Zahlen von 30—32 % erhalten, welche sich natürlich auf uncorrigierte Kieselsäure beziehen. Ein abermaliges Schmelzen derselben erwies sich nicht nur als nützlich, sondern auch als notwendig. Diese Kieselsäure enthielt dann nur wenig Rückstand. Die Behandlung einer so großen Menge Thonerde ist sehr mühsam und ihre genaue Bestimmung einschließlich Eisenoxyd und der andern zugleich gefällten Oxyde schwierig. Die Borsäurebestimmung ist ebenfalls mit Schwierigkeiten verbunden. Die genaue Bestimmung des Wassers, das erst bei hoher Temperatur weggeht, ist auch nicht leicht. Man sieht, die Analyse eines solchen Minerals ist eine mühsame Arbeit: man kann weniger Ansprüche an ihre Genauigkeit machen als bei den meisten Silicatanalysen.

Die für die Analyse bestimmten Stücke wurden an Ort und Stelle ausgesucht; es wurde ein ungewöhnlich reines Stück von ca. 10 g genommen. Das spec. Gew. dieses Stückes, nach der Verdrängungsmethode in Wasser bestimmt, ist 3,306. Das Stück wurde zerkleinert und sorgfältig nach Muscovit, Quarz und andern Mineralien durchsucht. Dünnschliffe erweisen sich vollkommen frei von Einschlüssen. Körner eines titanhaltigen Minerals, wie sie reichlich im Quarz auftreten, wurden nicht beobachtet. Das gepulverte Mineral wurde mit einer schweren Flüssigkeit vom spec. Gew. 3,10 behandelt: eine kleine Menge eines Minerals (Muscovit?) schwamm oben und wurde entfernt. Das Verfahren wurde mehrere Male wiederholt, das Pulver bei 100° getrocknet und sorgfältig unter dem Mikroskope auf Verunreinigungen geprüft. Solche waren nicht zu finden. Das Mineral war also unstrittig rein.

Der analytische Gang war mit wenigen Modificationen im allgemeinen derselbe, der im Laboratorium der Geol. Survey bei Silicatanalysen angewandt wird (s. die bekannte Schrift von Hillebrand). Das Mineral wurde mit Natriumcarbonat geschmolzen; die abgeschiedene Kieselsäure wurde nochmals mit Soda behandelt. Die abfiltrirte Kieselsäure wurde dann gewogen und mit  $HF$  behandelt, wobei ein wenig Rückstand blieb. Die Thonerde (mit Eisen und Titan) wurde dreimal gefällt, um sicher alle Natriumsalze zu entfernen. Nach dem Glühen gelangte sie mit dem Rückstande der Kieselsäure zur Wägung. Der Niederschlag wurde dann mit Natriumbisulfat geschmolzen, eine kleine Menge Kieselsäure abgeschieden, das Eisen reducirt und titrimetrisch bestimmt und der Titangehalt colorimetrisch ermittelt. Die Anwesenheit von Titan ließ sich aus der Farbe des Pleochroismus vermuten. Die Borsäure wurde nach der Methode von Gooch bestimmt, unter Beobachtung aller Vorsichtsmaßregeln. Der Dumortierit wurde zweimal mit Soda geschmolzen und die Borsäure schließlich als Calciumborat gewogen. Das Wasser, durch Erhitzen des Minerals im tubulierten Schmelztiegel nach Gooch in der gewöhnlichen Weise ausgetrieben, wurde in einem Chlorealciumrohre aufgefangen. Vor und nach jeder Bestimmung wurde eine Controlbestimmung ausgeführt; es wurde eine kleine Correction angebracht. Bei der ganzen, zweimal durchgeführten Analyse wurden alle möglichen Vorsichtsmaßregeln angewandt. Die Resultate sind:

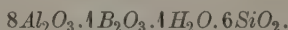
	1.	2.	Mittel:
$SiO_2$	28,58	28,78	28,68
$Al_2O_3$	63,31	63,30	63,31
$Ti_2O_3$	1,49	1,40	1,45
$Fe_2O_3$	0,21	0,25	0,23
$H_2O$	1,53	1,51	1,52
$B_2O_3$	5,21	5,53	5,37
	<u>100,33</u>	<u>100,77</u>	<u>100,56</u>

Das Titan ist als  $Ti_2O_3$  angenommen und vertritt die Thonerde.

Zieht man Thonerde, Titan und Eisen zusammen, so ergeben sich folgende Verhältnisse:

$SiO_2$	5,94	oder 6
$Al_2O_3$	8,00	8
$B_2O_3$	1,06	1
$H_2O$	0,96	1

Die Formel des Dumortierit ist darnach:



Es ist nicht bewiesen, daß Borsäure und Thonerde oder Borsäure und Hydroxyl in Mineralien sich gegenseitig vertreten, ähnlich, wie das bekanntermaßen bei Fluor und Hydroxyl der Fall ist. Es ist also ganz natürlich,

daß Thonerde, Borsäure und Wasser im Dumortierit in bestimmten Verhältnissen auftreten. Die bei Analysen auftretenden Schwankungen rühren nicht von »isomorpher Vertretung« her, sondern von der Ungenauigkeit der Analysen oder von Verunreinigungen des Materials.

Nachdem so eine Formel aus den Resultaten der Analyse abgeleitet ist, bleibt zu untersuchen, wie die andern Analysen dazu stimmen.

Die beste Analysenreihe sind die von Ford an drei amerikanischen Vorkommen ausgeführten Analysen. Seine ersten Analysen des Dumortierit von Arizona sind:

	1.	2.	3.	Mittel:
$\text{SiO}_2$	30,00	29,66	29,94	29,86
$\text{Al}_2\text{O}_3$	63,20	63,74	63,76	63,56
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,23	0,23	—	0,23
$\text{B}_2\text{O}_3$	5,47	5,06	—	5,26
$\text{H}_2\text{O}$	4,45	4,38	—	4,44
				100,32

Aus den Mittelwerten berechnen sich folgende Verhältnisse:

$\text{SiO}_2$	6,29	oder	$6 \times 1,05$
$\text{Al}_2\text{O}_3$	7,94		$8 \times 0,99$
$\text{B}_2\text{O}_3$	0,96		$1 \times 0,96$
$\text{H}_2\text{O}$	4,00		$4 \times 1,00$

Die Übereinstimmung mit der vorgeschlagenen Formel ist vollkommen.

Seine zweite Analyse, die des Dumortierit von Californien, gab etwas von meiner Analyse abweichende Resultate. Der Titangehalt wurde nicht bestimmt. Die Zahlen sind:

		Verhältnisse:
$\text{SiO}_2$	30,58	6,47 oder $6 \times 1,03$
$\text{Al}_2\text{O}_3$	64,83	7,40 $8 \times 0,93$
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,36	
$\text{B}_2\text{O}_3$	5,93	$1,04 \quad 1 \times 1,04$
$\text{H}_2\text{O}$	2,14	$4,45 \quad 1 \times 4,45$
	100,84	

Die Verhältnisse stimmen, abgesehen vom Wassergehalte, gut mit der neuen Formel. Allein es ist zu bedenken, daß der Wassergehalt sehr gering ist und daß eine Differenz von 0,4% einen großen Unterschied in den Verhältnissen ausmacht, daß ferner Ford den Wassergehalt durch Glühen mit Kalk bestimmte und so das Wasser nicht direct wog; ich selbst fand bei demselben Mineral vom nämlichen Fundorte nur 4,52%. In Anbetracht dieser Umstände ist wohl die Annahme richtiger, daß die Wasserbestimmung von Ford zu hoch sei, als eine Erklärung durch die Annahme »isomorpher Vertretung usw.«



Betreffs der dritten Analyse, ausgeführt an Dumortierit von New York, sagt Ford: »In Wirklichkeit können die Resultate dieser Analysen nicht für so genau gelten wie die der andern.« Die gefundenen Werte sind:

Verhältnisse:			
$SiO_2$	34,24	6,23 oder $6 \times 1,04$	
$Al_2O_3$	61,26	} 7,23	$8 \times 0,90$
$Fe_2O_3$	0,10		
$B_2O_3$	6,14	1,06	$1 \times 1,06$
$H_2O$	2,09	1,40	$1 \times 1,40$
<hr/>			
100,83			

Betrachtet man abermals den Wassergehalt als etwas zu hoch, so stimmen die Verhältnisse gut mit der neuen Formel.

Damit ist die Reihe der Dumortieritanalysen vollständig, welche an reinem Material und mit der nötigen Kenntnis der zu bestimmenden Bestandteile ausgeführt wurden. Es folgt nun eine Anzahl anderer Analysen, die mehr allgemein zur Ermittlung der Zusammensetzung des Minerals dienen, aber für genaue Resultate nicht ausreichen.

Eine bis jetzt nicht veröffentlichte Analyse wurde von mir am Dumortierit von Washington ausgeführt. Ungefähr 200 g des Gesteines wurden gepulvert und durch wiederholtes Trennen mit schweren Flüssigkeiten ca. 4 g Dumortierit gewonnen. Die Probe war durchaus nicht rein. Es war unmöglich, allen Andalusit zu entfernen und so blieb eine unbestimmte, aber kleine Menge zurück. Im Verlaufe der Analyse kam ich auch darauf, daß die Probe auch etwas Titanit (Leukoxen) und ganz wenig Pyrit enthielt. Die Analyse, mit aller Sorgfalt durchgeführt, ergab folgende Resultate:

Verhältnisse nach Abzug des Titanit:			
$SiO_2$	28,51	5,97 oder $6 \times 0,99$	
$Al_2O_3$	59,75	} 7,80	$8 \times 0,97$
$Fe_2O_3$	2,48		
$TiO_2$	0,95		
$H_2O$	2,12	1,53	$1 \times 1,53$
$B_2O_3$	5,54	1,03	$1 \times 1,03$
$CaO$	0,68		
<hr/>			
100,03			

Abgesehen vom hohen Wassergehalte stimmt die Analyse sehr gut mit der Formel. Der kleine Gehalt an Andalusit, der wahrscheinlich das Verhältnis etwas ändern würde, wurde nicht berücksichtigt.

Im folgenden sind die Analysenresultate von Schimpff angeführt, erhalten an Dumortierit aus Deutschland. Sie ist offenbar wertlos für jede Calculation.

$SiO_2$	36,81
$Al_2O_3$	57,27
$CaO$	1,66
$MgO$	1,38
Glühverlust	1,31
$B_2O_3$	nicht bestimmt
	<hr/> 98,43

Ahnlich verhält es sich mit der Analyse von Jannasch am argentinischen Dumortierit. Die Probe war vermutlich sehr unrein.

$SiO_2$	35,01
$B_2O_3$	2,51
$TiO_2$	1,08 ( $Ti_2O_3$ ?)
$Al_2O_3$	51,49
$Fe_2O_3$	1,04
$CaO$	0,28
$MgO$	0,54
$K_2O$	3,62
$Na_2O$	0,96
$H_2O$	3,02
	<hr/> 99,55
Spec. Gew.	3,255

Es bleiben noch zwei Analysen von Whitfield und Riggs, von denen sich nur eine für die Discussion eignet. Die Resultate sind folgende: Nr. 1 ist Dumortierit von New York, analysiert von Riggs; Nr. 2 solcher von New York, Nr. 3 und 4 von Arizona, alle drei von Whitfield analysiert.

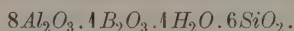
	1.	2.	3.	4.
$SiO_2$	34,82	31,44	31,52	27,99
$Al_2O_3$	55,30	68,91	63,66	64,49
$MgO$	0,57	—	0,52	Spur
$K_2O$	1,04	—	0,41	—
$Na_2O$	1,76	—	0,37	—
$P_2O_5$	—	—	—	0,20
$B_2O_3$	4,07	Spur	2,62	4,95
Glühverlust	2,96	—	1,34	1,72
	<hr/> 100,52	<hr/> 100,33	<hr/> 100,14	<hr/> 99,35

Aus der letzten Analyse berechnen sich die Verhältnisse:

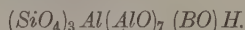
$SiO_2$	5,94	oder	$6 \times 0,99$
$Al_2O_3$	8,09		$8 \times 1,01$
$B_2O_3$	0,80		$1 \times 0,80$
$H_2O$	1,22		$1 \times 1,22$

Sie stimmen annähernd mit der Formel.

Die einzige Frage, über die noch Zweifel bestehen, ist die, ob 4 oder  $4\frac{1}{2}$  Mol. Wasser vorhanden sind. Da die besten Analysen nur ein Molekül zeigen und diese Analysen viel höher zu schätzen sind als mehrere minderwertige, so ist meines Erachtens folgende Formel für Dumortierit anzunehmen:

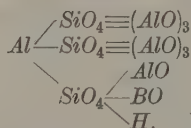


Statt dessen kann man schreiben:

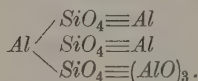


Es ist dies dieselbe Formel, die Groth angibt; nur setzt er statt  $(BO)$   $(AlO)$ . Seine Formel ist also  $(SiO_4)_3 Al(AlO)_8 H$ .

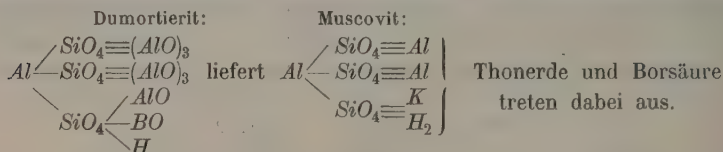
Unsere Formel kann man in folgender Weise schreiben:



Sie ist ganz ähnlich der Formel des Andalusit, nämlich:



Dumortierit erleidet Umwandlungen in Muscovit. Die Umwandlung ergibt sich aus den angeführten Formeln sehr leicht und scheint ganz in Übereinstimmung zu stehen mit der ganzen zugehörigen Mineralgruppe.



### Literatur.

1. Bertrand, Émile, Sur un minéral bleu de Chaponost, près Lyon. Bull. Soc. Min. 1880, **3**, 474. Ref. diese Zeitschr. **5**, 598.
2. Gonnard, F., Note sur l'existence d'une espèce minérale nouvelle, la Dumortierite dans le gneiss de Beaunan, audessus des anciens aqueducs gallo-romains de la vallée de l'Iseron (Rhône). Ebenda 1884, **4**, 2. Ref. diese Zeitschrift **6**, 288.
3. Damour, Analyse de la Dumortierite. Ebenda 1884, **4**, 6. Ref. diese Zeitschr. **6**, 288.
4. Bertrand, Émile, De l'application du microscope à l'étude de la Minéralogie. Ebenda 1884, **8** und **9**. Ref. diese Zeitschr. **6**, 294.
5. Riggs, R. B., Amer. Journ. Sci. 1887 (III), **34**, 406. Ausz. diese Zeitschr. **15**, 427.
6. Chamberlain, B. B., Trans. New York Acad. Sciences 1888, VII, Nr. 7. Ref. diese Zeitschr. **17**, 446.
7. Michel-Lévy, A. and Lacroix, A., Comptes rendus 1888, **106**, 777 und 1546. Ausz. diese Zeitschr. **18**, 324 und 326.

8. Gonnard, F., Sur un nouveau gisement de Dumortierite, a Brignais (Rhône). Bull. Soc. Min. 1888, **11**, 64. Ref. diese Zeitschr. **18**, 520.
  9. Diller, J. S., Dumortierite from Harlem, N. Y., and Clip, Arizona; by J. S. Diller and J. E. Whitfield, Amer. Journ. Sci. 1889 (III), **37**, 216—219. Bull. U.S.G.S. 1890, Nr. **64**, 34. Ref. diese Zeitschr. **19**, 80.
  10. Gonnard, F., Sur un nouveau gisement de Dumortierite dans le Rhône. Bull. Soc. Min. 1892, **15**, 230. Ref. diese Zeitschr. **24**, 645.
  11. Romberg, J., Petrographische Untersuchungen an argentinischen Graniten. N. Jahrb. f. Min. usw. 1893, Beil.-Bd. **8**, 340. Ausz. diese Zeitschr. **24**, 494.
  12. Hovey, E. O., Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 1895, **7**, 344—342. Ref. diese Zeitschr. **28**, 334.
  13. Linck, G., Die Pegmatite des oberen Veltlin. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. 1889, **33**, 345—360. Ref. diese Zeitschr. **35**, 349.
  14. Rösler, H., Über Hussakit (Xenotim) und andere seltene gesteinsbildende Mineralien. Diese Zeitschr. 1902, **36**, 262.
  15. Ford, W. E., On the chemical composition of Dumortierite. Amer. Journ. Sci. 1902 (IV), **14**, 426. Diese Zeitschr. **37**, 417.
-



### III. Einige Beobachtungen über die optischen Eigenschaften des Melanophlogit.

Von

F. Zambonini in Turin.

E. Bertrand<sup>1)</sup> war der Erste, welcher auf die anomalen optischen Eigenschaften des Melanophlogit, des merkwürdigen Minerals, welches v. Lasaulx<sup>2)</sup> vor kurzem entdeckt hatte, aufmerksam machte. Seine Notiz war sehr kurz; er sagte nur, daß der Melanophlogit nicht regulär, sondern tetragonal ist, und daß seine Krystalle aus sechs Pyramiden bestehen, welche als Basis die Würfelflächen haben und deren Scheitelpunkte im Centrum zusammenfallen.

G. Spezia<sup>3)</sup> konnte in einer früheren Arbeit keine optischen Anomalien beobachten; später<sup>4)</sup> fand er, daß die gewöhnlichen Würfel, welche eine sehr complicierte Structur aus zahlreichen verschieden orientierten Krystallen bestehend besitzen, anisotrop scheinen, während die sehr seltenen, sehr kleinen und vollkommen farblosen, einheitlichen Krystalle keine Spur von Doppelbrechung zeigen. Diese höchst interessanten Beobachtungen des Turiner Forschers blieben leider unbeachtet.

E. Mallard<sup>5)</sup> fand, daß die Melanophlogitkrystalle sehr oft mehr oder weniger in Quarz umgewandelt sind; die durchsichtigen Krystalle schienen ihm *extrêmement peu biréfringents*; die Doppelbrechung verschwand durch die Erwärmung auf 400° nicht.

1) Étude optique de différents minéraux. Bull. soc. franç. de minér. 1884, 4, 87. Ausz. diese Zeitschr. 6, 295.

2) Neues Jahrb. f. Min., Geol. usw. 1876, 250.

3) Osservazioni sulla melanoflogite. Atti R. Acc. Lincei 1883 (3<sup>a</sup>), 15, 300. Ref. diese Zeitschr. 9, 585.

4) Sull' origine del solfo nei giacimenti solfiferi della Sicilia. Torino 1892, 10—14.

5) Note sur la mélanophlogite. Bull. soc. fr. de minér. 1890, 13, 480. Ref. diese Zeitschr. 21, 274.

G. Friedel<sup>1)</sup> hatte eine wichtige Abhandlung über diesen Gegenstand veröffentlicht. Er hat isolierte, kleine Melanophlogitkrystalle untersucht. Nach ihm bestehen alle Flächen des Würfels aus zwei Ebenen, deren Kante mit einer Diagonale der Würfelfläche zusammenfällt, und welche unter einander einen constanten Winkel von  $10^{\circ} 42'$  machen. Der Winkel der Würfelfanten wäre  $88^{\circ} 37'$ . Die mikroskopische Untersuchung ließ die durch Spezia genau beschriebene Zonarstructur erkennen. Nach Friedel sind die Krystalle im parallelen polarisierten Lichte sehr schwach doppelbrechend; die Diagonalen teilen jede Würfelfläche in vier Sektoren, welche gleichzeitig und nach den Kanten der Vierecke auslöschen<sup>2)</sup>. Verf. schließt: *Il résulte de ceci que la mélanophlogite est bien formée de six pyramides quadratiques, dont les sommets convergent vers le centre du cube et qui ont pour base les faces de celui-ci.* Die Pyramiden sollten hemiëdrisch sein<sup>3)</sup>.

Während meines Aufenthaltes im Sommer des vorigen Jahres im mineralogischen Institute der Universität München sah ich in der kgl. Sammlung des Staates ein sehr schönes Stück von Melanophlogit, welches besonders wichtig war, weil es nur vollkommen ausgebildete, isolierte, glänzende, durchsichtige Würfelflächen von diesem Mineral zeigte, welche also für eine optische Untersuchung sehr geeignet waren. Durch die Güte des Herrn Prof. P. v. Groth und des Herrn Conservators Dr. F. Grünling war es mir möglich, einige Kryställchen aus dem seltenen Stücke loszumachen. Es ist für mich eine angenehme Pflicht, auch hier beiden genannten Herren meinen herzlichsten Dank zu äußern.

Die studierten Melanophlogitkrystalle stammen aus Giona, und das Vorkommen hat nichts eigentümliches.

Die sorgfältigen Beschreibungen des Herrn Spezia gelten vollkommen für das Münchener Stück. ———

Die Krystalle sind sehr klein und die meisten von hellbrauner Farbe, welche, wie Spezia bewies, durch ein organisches Pigment bedingt ist. Sehr selten sind äußerst kleine, ideal ausgebildete, ganz farblose Kryställchen. Die untersuchten Krystalle zeigen keine Spur von Verwachsung oder Complication.

Die meisten Beobachtungen wurden an den hellbraunen Krystallen angestellt. Vor allem machte ich eine goniometrische Prüfung. Das Resultat derselben ist, daß die Flächen, selbst der besten Krystalle, geknickt und

1. Sur la mélanophlogite. Bull. soc. fr. de min. 1890, **13**, 356. Ref. diese Zeitschrift **21**, 274.

2. Die Doppelbrechung ist so klein, daß Verf. im convergenten Lichte weder Ringe, noch Kreuz sehen konnte.

3. Es ist noch eine Abhandlung von Bombicci Nuove ricerche sulla melanoflogite della miniera Giona presso Racalmuto. Memorie Acc. Scienze di Bologna 1891 zu erwähnen, welcher aber die Frage vom Standpunkte seiner eigentümlichen Anschauungen untersuchte. Auch Panebianco veröffentlichte eine kleine Notiz, die Arbeit Friedels betreffend Sulla forma cristallina della melanoflogite. Rivista di min. e crist. ital. 1894, **10**, 81. Ausz. diese Zeitschr. **24**, 312.

mehr oder weniger in Facetten geteilt sind. Ich konnte aber in keiner Weise die Beobachtungen von Friedel bestätigen. Die Teilung geschieht nicht nach den Diagonalen, sondern nach den Kanten, und es handelt sich um eine vollkommen unregelmäßige und zufällige Erscheinung. Ich habe gefunden, daß eine Würfelfläche manchmal in zwei Facetten geteilt ist, welche verschiedene Größe und auch an demselben Krystalle verschiedene Neigung unter einander zeigen. An keinem Krystalle zeigen alle Würfelflächen die Teilung in zwei Facetten, deren Kante parallel zu einer Würfelfkante ist, sondern im Gegenteil, während einige Flächen eine solche Teilung bieten, sind die anderen vollkommen einheitlich oder auch zum Teil in zahlreichen Facetten geknickt. Nur selten sah ich einen Teil der Flächen mit Spuren von den Facetten Friedels, aber die Erscheinung ist unregelmäßig, wie folgende Tatsachen bewiesen. Erstens kommen neben solchen Flächen vollkommen einheitliche Flächen, sowie andere mit Teilung nach den Kanten vor, ferner sind die Winkel zwischen zwei solchen Facetten nicht nur von Krystall zu Krystall, sondern auch von Fläche zu Fläche desselben Krystalls verschieden und gleichen nie dem von Friedel beobachteten Werte. Nur einmal konnte ich eine solche Messung mit aller Genauigkeit ausführen; ich erhielt  $0^{\circ}56'$  anstatt  $1^{\circ}42'$  (Friedel).

Manchmal, obwohl selten, ist eine deutliche Teilung von jeder Fläche nach den beiden Diagonalen sichtbar, so daß Tetrakishehexaëder von compliciertem Symbol entstehen.

Nach Friedel ist der Wert der Würfelfkante nicht  $90^{\circ}$ , sondern  $88^{\circ}37'$ . Meine Messungen, an den besten Krystallen erhalten, widersprechen diesen Beobachtungen, weil ich in den schlechtesten Fällen zwischen  $89^{\circ}37'$  und  $90^{\circ}54'$  schwankende Werte gefunden habe, während die besten nur wenige Minuten von  $90^{\circ}$  abweichen.

Die Richtigkeit der Beobachtungen Friedels ist nicht zu bezweifeln; ich glaube aber, daß sie nur auf Zufälligkeiten beruhen. Ich habe eine unvollkommene Spaltbarkeit nach der Würfelfläche beobachtet.

Jetzt kommen wir zur mikroskopischen Prüfung, welche meist an vollständigen Krystallen vorgenommen wurde.

Alle hellbraunen Krystalle zeigen eine sehr schöne Zonarstruktur, welche, wie gesagt, von einem organischen Pigment bedingt ist. Bei den meisten Krystallen kann man fünf Zonen unterscheiden, nämlich eine centrale sehr hellgelblichbraune Zone, welche die ausgedehnteste ist; zweitens eine viel kleinere von dunkel gelblichbrauner Farbe; drittens eine sehr kleine, in der Farbe der ersten gleichende Zone; viertens eine Zone von der Farbe der zweiten, aber größer, und endlich fünftens einen äußeren farblosen Rand, welcher ziemlich breit ist. Manchmal sind die Zonen sechs oder vier, und man kann auch eine etwas verschiedene Intensität der Farben beobachten.

Im parallelen polarisierten Lichte ist klar zu sehen, daß die Teilung

in tetragonale Pyramiden, welche Bertrand und Friedel beschrieben, hier nicht vorkommt. Die Krystalle erscheinen doppeltbrechend, aber eine Auslöschung nach den Kanten kann man nicht erhalten; die Krystalle, selbst bei Anwendung des Gypsblättchens, löschen in keiner Lage aus; während des Drehens merkt man keine Farbenänderung. Alle untersuchten Krystalle zeigen dieselbe Erscheinung.

Nach Friedel kommen die Diagonalen sehr deutlich zur Sichtbarkeit; ich kann auch diese Beobachtung nicht bestätigen, indem die Diagonalen an allen untersuchten Krystallen gar nicht markiert sind.

Ich habe auch Bruchstücke nach den Ebenen der Trennung resp. der Spaltbarkeit von einer Dicke von  $\frac{1}{5}$  mm oder noch weniger mit dem gleichen Resultate untersucht; selbst bei sehr dünnen Plättchen läßt sich keine Auslöschung bestimmen. Im convergenten Lichte erhielt man nichts. Gewöhnlich ist es nur der äußere Rand, welcher deutlich diese Phänomene zeigt; das Innere verhält sich mehr der einfachen Brechung nahestehend.

Die erwähnten Erscheinungen stehen mit den Eigenschaften tetragonaler Substanzen in keiner Übereinstimmung, und sie sind von den Eigenschaften der mimetischen Körper ganz verschieden. Ich glaubte dann, daß die Anomalien des Melanophlogit mit jenen am gefärbten Fluorit wiederholt beobachteten in Beziehung stehen, und daß die Ursache, welche A. Pelikan<sup>1)</sup> für den letzteren annahm, d. h. die mehr oder weniger regelmäßige Verteilung des Farbstoffes, wahrscheinlich auch für den Melanophlogit gilt. Es wurde schon erwähnt, daß die sehr kleinen, farblosen Kryställchen ohne Zonarstructur nach Spezia vollkommen isotrop sind; es war mir möglich, aus dem untersuchten Stücke der Münchener Sammlung einen äußerst kleinen, farblosen Krystall zu isolieren, welcher keine Spur von Zonarstructur zeigte; unter gekreuzten Nicols blieb er vollkommen dunkel. Es ist nicht zu zweifeln, daß diese Versuche, sowie jene von Spezia zu Gunsten der eben geäußerten Annahme sprechen.

Einfluß der Erhitzung auf die optischen Eigenschaften. Ich habe einige Krystalle unter dem Mikroskope mit dem Fueßschen Erhitzungsapparate erwärmt, um festzustellen, ob die Erhitzung die beobachtete anomale Doppelbrechung beeinflußt oder nicht, und auch um zu bestimmen, ob die organische Substanz der verschiedenen Schichten dieselbe Temperatur für das Braunwerden erfordert.

Das angewandte Mikroskop war das Fueßsche Nr. 4 mit gleichzeitig drehbaren Nicols.

Die verschiedenen Krystalle zeigen nicht vollkommen identische Erscheinungen. Ich werde daher die Resultate der Erwärmung von den drei bemerkenswertesten Krystallen wiedergeben.

1) Über den Schichtenbau der Krystalle. Tschemaks min. u. petrogr. Mitt. 1897, 16, 4 f. Ref. diese Zeitschr. 30, 544.



Krystall 1. Er zeigt die erwähnten fünf Zonen. Durch die Erhitzung wird der äußere Rand bei einer Temperatur von  $450^{\circ}$  ca. fast vollkommen isotrop; in den anderen Teilen des Krystalls tritt keine Änderung der optischen Eigenschaften ein, nur wird die Doppelbrechung etwas größer, aber sie bleibt ganz unregelmäßig; eine Auslöschung ist nie zu beobachten. Die organische Substanz scheint in den verschiedenen Zonen verschieden zu sein. Der centrale Teil und die dritte Zone (vom Centrum aus) werden früher braun und bei  $240^{\circ}$  sind sie braun und vollkommen undurchsichtig; die zweite und vierte Zone zeigen einen größeren Widerstand; sie beginnen bei etwa  $280^{\circ}$  braun zu werden; bei  $290^{\circ}$  ist der ganze Krystall, mit Ausnahme weniger Punkte dieser Zonen und des äußeren Randes, dunkel geworden.

Krystall 2. Er zeigt vier Zonen: eine centrale dunkle; eine kleine hellere; eine dritte Zone, etwas dunkler als die centrale, und den äußeren, fast völlig farblosen Rand. Er ist zum großen Teil in Quarz umgewandelt, besonders in der äußeren Zone.

Bei einer Temperatur von  $450^{\circ}$  verschwindet die Doppelbrechung der noch anwesenden Melanophlogitteilchen des äußeren Randes fast vollkommen, und diese sind zwischen dem Quarz deutlich zu sehen. Das Braunwerden der Zonen geschieht hier anders, als bei dem vorher beschriebenen Krystalle. Die dritte Zone wird bei etwa  $250^{\circ}$  braun, während die centrale bei  $290^{\circ}$  nur sehr wenig gebräunt ist.

Krystall 3. Hier sind die Zonen sechs, nämlich eine dunkle centrale; eine hellere kleine; eine dritte dunkle und schmale; eine vierte ziemlich große und hellere; eine fünfte kleine dunkle, und der fast farblose äußere Rand. In diesem ist etwas Quarz anwesend. Durch die Erhitzung auf  $450^{\circ}$  wird er schwächer doppelbrechend, aber die Doppelbrechung bleibt auch bei späterer höherer Erwärmung. Die Zonen 1 und 3 sind bei  $250^{\circ}$  schon schwärzlich und ganz undurchsichtig geworden; die Zonen 2 und 4, welche sehr wenig organische Substanz enthalten, werden nur an einigen Stellen braun, und selbst bei  $300^{\circ}$  erhalten sie ihre gelbliche Farbe.

In allen Fällen bleibt die durch die Erwärmung erhaltene Verminderung der Doppelbrechung auch nach der Erkaltung.

Aus allen hier erwähnten Beobachtungen kann man wohl folgende Schlüsse ziehen. Die einheitlichen Krystalle des Melanophlogit sind wirklich geometrisch regulär; die Doppelbrechung ist von der Zonarstruktur verursacht. Die Erhitzung hat keine gleichmäßige Wirkung auf die optischen Eigenschaften; man kann sagen, daß der äußere Rand sich bei  $450^{\circ}$  mehr der einfachen Brechung nähert. Die Temperatur des Braunwerdens der verschiedenen Zonen desselben Krystalls ist etwas verschieden, was vielleicht von einer Verschiedenheit des organischen Pigments herrührt.



# IV. Beiträge zur krystallographischen Kenntnis einiger anorganischer Verbindungen.

Von

F. Zambonini in Turin.

(Mit 6 Textfiguren.)

## 1. Die Kaliumsalze der Säuren $Sn(OH)_6H_2$ , $Pb(OH)_6H_2$ , $Pt(OH)_6H_2$ .

Die zwei ersten Salze wurden im Jahre 1844 von Frémy<sup>1)</sup> entdeckt und als Salzhydrate einer Säure  $XO_3H_2$ , also mit den Formeln  $SnO_3K_2 \cdot 3H_2O$  und  $PbO_3K_2 \cdot 3H_2O$ , beschrieben. Im Jahre 1903 entdeckte I. Bellucci<sup>2)</sup> die Verbindung  $Pt(OH)_6K_2$ , welcher zweifellos die Hydroxylstructur zukommt. Weil meine vorläufige krystallographische Untersuchung bewies, daß der neue Körper eine jener des Kaliumstannats  $SnO_3K_2 \cdot 3H_2O$  sehr nahestehende Form hatte, so wurde es wahrscheinlich, daß auch letzterem die Hydroxylformel zuzuschreiben ist. Durch sorgfältige, chemische Untersuchung konnte Bellucci die Formel  $X(OH)_6K_2$  nicht nur für das Salz  $SnO_3K_2 \cdot 3H_2O$ <sup>3)</sup>, sondern auch für  $PbO_3K_2 \cdot 3H_2O$ <sup>4)</sup> ohne Zweifel feststellen.

Ich glaubte dann, daß ein erneutes Studium der krystallographischen Eigenschaften dieser drei Körper sehr wünschenswert wäre, besonders wenn man bedenkt, daß die Angaben über  $Pb(OH)_6K_2$  sehr verschieden und die Messungen von  $Sn(OH)_6K_2$  nur approximativ sind. Mein Freund Bellucci unternahm die Darstellung der Krystalle, welche für die Blei- und Platinverbindung äußerst schwierig und mühsam war. Endlich gelang Bellucci die Bildung von schönen Krystallen dieser Salze durch Eintauchen eines kleinen Kaliumstannatkrystalls, um welchen jene des Kaliumplumbats und -platinats krystallisierten, in die Lösungen der letzteren.

Über die Verbindungen  $Pb(OH)_6K_2$  und  $Sn(OH)_6K_2$  liegen folgende Notizen vor. Frémy (a. a. O.) betrachtete beide als rhomboëdrisch;

1) Ann. chim. phys. 1844 (3), **12**, 488.

2) Rendiconti della Società chimica di Roma 1903, Nr. 8, S. 50. Eine ausführliche Beschreibung ist vor kurzem in der Zeitschr. f. anorg. Chemie 1905, **44**, 168 erschienen.

3) Bellucci und Parravano, Rendiconti R. Accad. dei Lincei 1904 (5), **13**, 2. sem., 324—334 und 339—346.

4) Bellucci und Parravano, Rend. R. Acc. dei Lincei. Sitz. vom 2. April 1905.

Marignac<sup>1)</sup> bestätigte später das Krystallsystem für das Kaliumstannat, von welchem er aber nur Krystalle mit gekrümmten Flächen messen konnte, so daß die Messungen nur annähernd waren. Marignac beobachtete, daß die Krystalle oft das Aussehen von schiefen Prismen durch die anormale Entwicklung zweier Rhomboëderflächen erhalten; sie sind oft nach einer Fläche von  $\{100\}$  verzwillingt und zeigen deutliche Spaltbarkeit nach der Basis.

Was das Kaliumplumbat betrifft, so berichtete Regnault<sup>2)</sup>, daß er »oktaëdrische Krystalle« beobachtet hatte; P. Klien studierte die von Seidel<sup>3)</sup> dargestellten Krystalle und fand, daß sie dem tetragonalen Systeme angehören und Combinationen einer Bipyramide mit Polkanten von  $104^{\circ}23'$  und Seitenkanten von  $119^{\circ}52'$  mit der Bipyramide  $\{112\}$ , den Prismen von erster und zweiter Ordnung und der Basis wären. Auf Grund dieser Bestimmungen schloß Seidel, daß Kaliumstannat und -plumbat nicht isomorph wären.

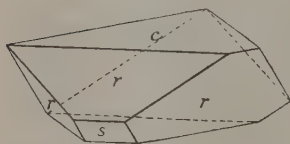
Meine Untersuchungen gaben folgende Resultate.

#### Kaliumstannat $\text{Sn}(\text{OH})_6\text{K}_2$ .

Rhomboëdrisch.  $\alpha = 70^{\circ}0'44''$  ( $a:c = 1:4,9588$ ).

Beobachtete Formen:  $r\{100\}$ ,  $s\{110\}$ ,  $c\{111\}$ ,  $p\{10\bar{1}\}$ . Letztere wurde von Marignac nicht erwähnt und ist daher neu. Diese Formen bilden folgende Combinationen: 1)  $r$ ; 2)  $rs$ ; 3)  $rc$ ; 4)  $rsc$ ; 5)  $rsp$ ; 6)  $rspe$ .

Fig. 4.



Die von mir untersuchten Krystalle dieser Verbindung haben ganz unregelmäßige und wechselnde Entwicklung. Häufig sind jene, welche das Grundrhomboëder allein fast immer mit zwei parallelen Flächen vorherrschend zeigen; sehr häufig ist auch die

Combination  $rc$ , aber auch hier sind zwei parallele Rhomboëderflächen viel größer als alle anderen des Krystalles und die Basis ist daher wenig groß.  $\{110\}$  ist ziemlich verbreitet; es hat niemals alle seine Flächen, oft besitzt es nur eine oder zwei. Das Gleiche ist für  $\{10\bar{1}\}$  der Fall, welche Form übrigens selten ist. Sehr selten sind die nach der Basis tafelförmigen Krystalle. Die Fig. 4 stellt einen häufigen Typus dar.

Sehr häufig kommen Zwillinge mit Zwillingssaxe die Normale zu einer  $\{100\}$ -Fläche vor; auch sie sind äußerst unregelmäßig und von sehr verschiedenem Aussehen.

1) Oeuvres 1, 645. Annales des Mines 1859 (5), 15, 277.

2) Michaelis, Ausführliches Lehrbuch der anorg. Chemie 1884, 3, 1180.

3) Journal für praktische Chemie 1879, 20, 200. Ausz. der Notizen Kliens diese Zeitschr. 9, 393.



Die Krystalle von  $Pb(OH)_6K_2$  sind farblos, aber wenn sie aus der Mutterlösung herausgenommen werden, so werden sie schnell gelblich, und dann langsamer rötlichbraun, undurchsichtig, um endlich jeden Glanz zu verlieren und zerbrechlich, dunkelkastanienbraun zu werden.

Wie oben gesagt, beobachtete Regnault »Oktäeder« und nach Klien wären die Krystalle von  $Pb(OH)_6K_2$  tetragonal. Es ist selbstverständlich, daß die Combination eines Rhomboëders mit der Basis das Aussehen eines Oktäeders erhalten kann, wie es auch für einige Krystalle von  $Sn(OH)_6K_2$  der Fall ist. Die von Klien gemessenen Krystalle sind wahrscheinlich mit den meinigen identisch gewesen, wie aus einigen Winkeln hervorgeht. Die Polkante von  $104^{\circ}32'$  seiner Bipyramide entspricht meinem Winkel  $rr$  sehr gut, während die Seitenkante von  $449^{\circ}52'$  sich dem Winkel  $(100):(110)$  sehr nähert. Es ist zweifellos, daß die von mir untersuchten Krystalle rhomboëdrisch sind; dies geht aus der Symmetrie und aus den zahlreichen Messungen klar hervor<sup>1)</sup>. Ferner würde vielleicht, um den Isomorphismus zwischen  $Pb(OH)_6K_2$  und  $Sn(OH)_6K_2$  sehr wahrscheinlich zu machen, die Tatsache genügen, daß die Krystallisation in den Kaliumplumbat-Lösungen durch Eintauchen eines Kryställchens von  $Sn(OH)_6K_2$  hervorgerufen wird, und daß  $Pb(OH)_6K_2$  um die Krystalle der Zinnverbindung krystallisieren kann. Die Messungen stellen den Isomorphismus zwischen diesen zwei Verbindungen außer Zweifel.

#### Kaliumplatinat $Pt(OH)_6K_2$ .

Rhomboëdrisch.  $\alpha = 69^{\circ}41'4''$  ( $a:c = 4:4,9952$ ).

Beobachtete Form:  $r\{100\}$ . Die Krystalle dieser Verbindung sind meistens in Gruppen vereinigt, weil sie eine große Tendenz zum mehr oder weniger genau parallelen oder auch unregelmäßigen Anwachsen besitzen. Die Krystalle solcher Gruppen sind ziemlich groß, aber ihre Flächen sind etwas krumm und geknickt. Glücklicherweise gibt es aber sehr kleine Kryställchen, welche weniger als 1 mm messen, welche von idealer Regelmäßigkeit sind und sehr genaue Messungen gestatten. An den großen Krystallen sind zwei parallele Rhomboëderflächen meistens mehr oder weniger größer als die anderen; die sehr kleinen Krystalle sind fast immer vollkommen regelmäßig.

Kanten:	Grenzen der Mess.:	Zahl:	Mittel:
$r:r = (100):(010) = 74^{\circ}32' - 75^{\circ}5'2''$	40		$*74^{\circ}48'$ .

1) Es ist zu erwähnen, daß Rammelsberg das Kaliumstannat als monoklin beschrieben hatte, während Marignac das rhomboëdrische System bewies und als wahrscheinlich betrachtet, daß der Fehler Rammelsbergs von der Unregelmäßigkeit bedingt wurde, welche die Krystalle dieses Salzes häufig zeigen. Das Gleiche ist sehr wahrscheinlich für das Kaliumplumbat der Fall.

2) Die meisten Winkel schwanken zwischen  $74^{\circ}43'$  und  $74^{\circ}57'$ .

Deutliche Spaltbarkeit nach der Basis; sie ist aber etwas schwer zu erhalten, wegen der großen Zerbrechlichkeit der Krystalle.

Doppelbrechung positiv; sie scheint schwächer als jene der Zinn- und Bleiverbindung zu sein.

Die Farbe der Krystalle ist goldgelb.

Aus meinen krystallographischen Untersuchungen geht es klar hervor, daß die drei Verbindungen:



unter einander isomorph sind. Sie gehören zu demselben Krystallsystem und haben nahestehende Constanten; alle spalten nach der Basis und besitzen positive Doppelbrechung. Nur der Habitus ist etwas verschieden, wie aus obiger Beschreibung zu ersehen ist.

Der festgestellte Isomorphismus zwischen diesen drei Körpern bietet ein gewisses Interesse, weil ich glaube, daß es das erste Mal ist, wenn wir von den regulären Verbindungen<sup>1)</sup> absehen, welche wenig Beweiskraft haben, daß der Isomorphismus zwischen einer Verbindung von  $Pb^{IV}$  und einer von  $Pt^{IV}$  direct erkannt ist. Ferner haben wir einen weiteren Fall von Isomorphismus zwischen Verbindungen von  $Pb^{IV}$  und  $Sn^{IV}$ . Ich kenne darüber, ebenso mit Ausnahme der regulären Salze, nur zwei Fälle, nämlich die Tetraphenylverbindungen von  $Pb$ ,  $Sn$  und  $Si$ , welche Polis<sup>2)</sup> entdeckte und Arzruni und Düsing krystallographisch untersuchten, und das von Brauner<sup>3)</sup> entdeckte Kaliumfluoplumbat  $3KF.HF.PbF_4$ , für welches Vrba (ebenda) den Isomorphismus mit der entsprechenden, von Marignac beschriebenen Zinnverbindung  $3KF.HF.SnF_4$  bewies.

## 2. Rubidiumfluoborat $BF_4Rb$ .

Von dieser Verbindung ist, wenigstens nach dem, was mir bekannt ist, nur die Löslichkeit bestimmt: Godeffroy<sup>4)</sup> fand, daß sie viel niedriger als jene der entsprechenden Kaliumverbindung ist.

Ich glaubte, daß die krystallographische Untersuchung dieses Salzes vielleicht interessant wäre, und das um so mehr, weil das Kaliumfluoborat

1) Nämlich die Verbindungen  $PbCl_6X^{1,2}_2$ , von welchen jene von  $NH_4$  durch Nikoljukin (Journ. russ. phys.-chem. Ges. 1885, 207) entdeckt wurde, während die ganze Reihe  $PbCl_6(NH_4)_2$ ,  $PbCl_6K_2$ ,  $PbCl_6Rb_2$ ,  $PbCl_6Cs_2$  Wells (Zeitschr. f. anorg. Chemie 1893, 4, 335) in oktaëdrischen Krystallen (Pirsson) darstellte. Solche Verbindungen können keinen Wert haben, um den Isomorphismus zwischen  $Pb^{IV}$  und  $Sn^{IV}$  festzustellen, weil andere Elemente, welche mit ihnen keine Beziehung haben, doch entsprechende Verbindungen bilden (Selen, Tellur).

2) Berichte d. deutsch. chem. Ges. 1886, 19, 1013 und 1889, 22, 2948.

3) Zeitschr. f. anorg. Chemie 1894, 7, 4.

4) Ber. d. d. chem. Ges. 1876, 9, 4367.



nach C. Montemartini<sup>1)</sup> polymorph (regulär und rhombisch) ist. Es ist bekannt, daß die durch Ersatz der vicarierenden Elemente (Metalle) dargestellten Verbindungen in vielen Fällen dieselben Polymorphieerscheinungen zeigen. Unter den zahlreichen Beispielen ist es genügend, die Sulfate der Magnesiumreihe mit  $6H_2O$  (monoklin und tetragonal), jene mit  $7H_2O$  (rhombisch und monoklin), die Salze  $Cr_3O_{10}(NH_4)_2$  und  $Cr_3O_{10}Rb_2$  (rhombisch und hexagonal<sup>2)</sup>, die Fluosilikate von  $NH_4$ ,  $K$  und  $Rb$  (regulär und hexagonal)<sup>3)</sup> zu erwähnen.

Das Rubidiumfluoborat wurde nach der von Montemartini (a. a. O.) für  $BF_4K$  beschriebenen Methode dargestellt. Zu einer etwa 35%igen Lösung von  $HF$  wurde erstens reine Borsäure, dann Rubidiumcarbonat<sup>4)</sup> in der nötigen Menge, um alles Bor in Rubidiumfluoborat zu verwandeln, zugesetzt. Fast sogleich scheidet sich eine dichte Gallerte aus, welche auf einem Filter gesammelt und langsam getrocknet wurde. Sie wandelt sich dann in ein weißes Pulver um, welche sich unter dem Mikroskop als aus sehr kleinen Krystallen bestehend erweist. Während aber diese im Falle des Kaliumfluoborats, regulär sind, gehören jene von Rubidiumfluoborat zum rhombischen System. Es scheint daher, wenigstens unter diesen Umständen, daß das Rubidiumfluoborat sich ganz anders als  $BF_4K$  verhält und nicht polymorph ist.

Dieselben rhombischen, aber größere und deutlichere Krystalle werden durch Verdunstenlassen der Lösung erhalten, von welcher die Gallerte getrennt worden ist. Sie entstehen aber sehr langsam: einige Monate sind nötig, um eine gewisse Menge Krystalle zu erhalten. Die gewonnenen Krystalle sind meistens sehr klein; selten sind jene, welche 1 mm, noch seltener jene, die 2 mm erreichen. Sie bilden glänzende, vollkommen farblose Täfelchen. Das spec. Gew. ist 2,820 bei 20°.

Um die Zusammensetzung dieses Salzes festzustellen, dessen Formel und Bereitungsart nur auf der Analogie beruhen, welche zwischen Rubidium und Kalium existiert, habe ich eine Analyse der erhaltenen Kryställchen ausgeführt.

0,2135 g Substanz wurden mit Schwefelsäure und einigen Tropfen Methylalkohol erwärmt und endlich vorsichtig erhitzt, um die Verflüchtigung des gebildeten Rubidiumsulfats völlig zu verhindern. Es wurden 0,1645 g  $SO_4Rb_2$  erhalten, während die Formel  $BF_4Rb$  0,1652 verlangt.

Krystallsystem rhombisch:

$$a : b : c = 0,8067 : 1 : 1,2948.$$

1) Rendiconti R. Accad. Lincei 1894, 3 (1. sem.), 339.

2) Wyrouboff, Bullet. soc. min. de Fr. 1880, 3, 436 und 1884, 4, 420. Ref. diese Zeitschr. 8, 628 und 639.

3) Marignac resp. Goßner, diese Zeitschr. 1903, 38, 447.

4) Es war vollkommen rein.

Beobachtete Formen:  $c\{001\}$ ,  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $d\{102\}$ ,  $n\{011\}$ ,  $o\{111\}$ .

Fig. 4.

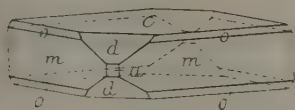
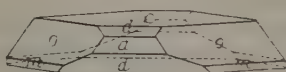
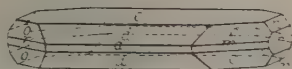


Fig. 5.



Die Krystalle sind alle nach der Basis sehr tafelförmig und häufig in der Richtung der Axe  $a$  und  $b$  nahezu gleich entwickelt. Die gewöhnlichste Combination ist *camdo*, seltener *cabmdno*; die erste zeigt oft einen hemimorphen Habitus, welcher aber nur zufällig ist (Fig. 5).  $\{100\}$  und  $\{010\}$  sind fast immer klein oder sehr klein;  $\{111\}$  und  $\{110\}$  haben sehr verschiedene Größe, weil bald die eine, bald die andere vorherrscht (Fig. 4 und 6).

Fig. 6.



	Kanten:	Gemessen:	Berechnet:
$c : d = (001) : (102)$		$= 38^{\circ} 45'$	—
$c : o = (001) : (111)$		64 7	$64^{\circ} 8'$
$a : d = (100) : (102)$		51 12	51 15
$a : m = (100) : (110)$		$38^{\circ} 53\frac{1}{2}'$	—
$m : m = (110) : (\bar{1}10)$		102 13	102 13
$d : m = (102) : (110)$		60 52	60 51

Wegen der Kleinheit der Krystalle war es nicht möglich, die eventuell vorhandenen Spaltbarkeiten zu bestimmen.

Ebene der optischen Axen parallel zu  $\{010\}$ ; spitze Bisectrix  $c$ ; der optische Axenwinkel  $2E$  ist ziemlich groß.

Vergleichen wir vorliegende Resultate mit jenen, welche Brugnatelli (bei Montemartini, am Kaliumfluoborat erhielt, so geht daraus hervor, daß der Habitus der zwei Verbindungen, welche in denselben Bedingungen dargestellt wurden, verschieden ist. Die Krystalle von  $BF_4K$  sind immer nach der Axe  $a$  verlängert,  $\{011\}$  ist groß entwickelt, während es an jenen von  $BF_4Rb$  oft fehlt und wenn vorhanden, sehr klein ist; ferner sind sie niemals nach  $a$  verlängert. Die Constanten der zwei Verbindungen sind:

$$a : b : c = 0,7898 : 1 : 1,2830 \text{ } BF_4K \text{ Brugnatelli,} \\ = 0,8067 : 1 : 1,2948 \text{ } BF_4Rb \text{ Zambonini.}$$

Der Ersatz von  $K$  durch  $Rb$  bedingt eine Vergrößerung der beiden Axen  $a$  und  $c$ , für  $a$  etwas größer als für  $c$ .

Eine Verschiedenheit liegt noch in der Orientierung der Ebene der optischen Axen vor, welche nach Brugnatelli in  $BF_4K \parallel \{100\}$  ist, während

in der *Rb*-Verbindung sie zu (010) parallel ist, wie ich mich durch wiederholte Beobachtungen versichert habe. Ist dies von einer Verwechslung verursacht? <sup>1)</sup>

Die Kalium- und Rubidiumfluoborate zeigen eine deutliche und unverkennbare Formenähnlichkeit mit den ebenfalls rhombischen Kalium- und Rubidium-Perchloraten, -Perjodaten und -Permanganaten. Man hat in der Tat:

$$BF_4K \quad a:b:c = 0,7898 : 4 : 1,2830$$

$$BF_4Rb \quad \quad \quad = 0,8067 : 4 : 1,2948$$

$$JO_4K \quad a:b:2c = 0,7850 : 4 : 1,3004$$

$$ClO_4K \quad \quad \quad = 0,7847 : 4 : 1,2792$$

$$MnO_4K \quad \quad \quad = 0,7972 : 4 : 1,2982$$

$$MnO_4Rb \quad \quad \quad = 0,8344 : 4 : 1,3323$$

Nach meiner Ansicht ist es sehr unwahrscheinlich, daß hier nur eine Zufälligkeit vorliegt. Wir haben nicht nur sehr nahestehende Axenverhältnisse, sondern auch eine andere sehr merkwürdige Ähnlichkeit. Aus den oben mitgeteilten Constanten von  $MnO_4K$  und  $MnO_4Rb$ , einer Arbeit von Muthmann<sup>2)</sup> entnommen, geht hervor, daß in den Salzen  $MnO_4X$  der Ersatz von *K* durch *Rb* eine Vergrößerung der Axen *a* und *c* bedingt. Nun zeigen die Kalium- und Rubidiumfluoborate genau dasselbe Verhalten. Endlich ist das Molekularvolum von  $BF_4Rb$ , 64,44, jenem von  $MnO_4Rb$ , 63,99 (Muthmann), sehr ähnlich.

In seinen bekannten Vergleichen (Scheelit, Kaliumperjodat, -Perchlorat und -Permanganat, Baryt, Cölestin, Anglesit, Baryumchromat; Monazit und Krokoit; Calcit und Chilesalpeter; die Molybdate und Wolframate der Erdalkalimetalle, die Perjodate einiger einwertiger Metalle, Phosgenit und Fergusonit) bezieht Hjortdahl<sup>3)</sup> die Ähnlichkeiten auf die gleiche Summe der Valenzen der die Molekel zusammensetzenden Atome. Arzruni<sup>4)</sup> bemerkte aber, daß »die angezogenen Fälle ebenso gut auf Ersatz Atom für Atom zurückzuführen seien« mit Ausnahme des Phosgenit. Die Formenähnlichkeit zwischen Kalium- und Rubidiumfluoborat und den entsprechenden Perjodaten, Perchloraten und Permanganaten kann nicht mit der Ansicht Hjortdahls erklärt werden. Man könnte denken, daß die gefundene Beziehung die Meinung einiger Chemiker über die Ähnlichkeit von Fluor und Sauerstoff in ihrem Verhalten stützt. Es ist schon bekannt, daß die Substitution eines Sauerstoffatoms zu einem Fluoratom in verschiedenen Fällen ( $MoO_2F_4Cu \cdot 4H_2O$  und  $MoOF_5Cu \cdot 4H_2O$  u. a.) keine wesentliche Änderung in der Krystallstruktur bedingt; die von mir beobachtete Tatsache müßte

<sup>1)</sup> Es wäre wichtig gewesen, das Cäsiumsalz krystallographisch zu untersuchen. Aber leider konnte ich nicht die kleine, nötige Menge von Cäsiummaterial zur Verfügung haben.

<sup>2)</sup> Diese Zeitschr. 1894, **22**, 497.

<sup>3)</sup> Ebenda 1887, **12**, 444.

<sup>4)</sup> Physikalische Chemie der Krystalle 1893, S. 267.

zeigen, daß der Ersatz von vier Sauerstoffatomen durch vier Fluoratome ebenso nur unwesentlich die Krystallform ändert.

Ich glaube, daß eine Erklärung zu den von mir beobachteten Tatsachen in den schönen Studien Werners<sup>1)</sup> über die Constitution anorganischer Verbindungen zu suchen ist. Werner hat gezeigt, daß mehrwertige Atome an anderen Atomen nur eine Coordinationsstelle besetzen können, und daher gelang ihm, die Fluo- und Fluoxysalze des Vanadins, des Urans, des Molybdäns und Wolframs in Zusammenhang zu bringen; dieselbe Annahme, welche wie Werner sagte, von grundlegender Wichtigkeit ist, kann die gefundene krystallographische Ähnlichkeit zwischen  $BF_4X^I$  und  $MnO_4X^I$  sehr einfach erklären.

### 3. Die Wolframate von Calcium, Strontium und Baryum.

Von diesen Verbindungen ist nur  $CaWO_4$  krystallographisch bestimmt. Manross<sup>2)</sup> stellte sie synthetisch dar; aus seinen Messungen folgt  $a:c = 1:4,527$ ; Dauber<sup>3)</sup> fand für die natürlichen Krystalle  $a:c = 1:4,5356$ ; H. Traube<sup>4)</sup>, nachdem er den Molybdängehalt des Scheelit erkannt hatte, berechnete für die molybdänfreien Krystalle von Schwarzenberg  $a:c = 1:4,5345$ . Ich habe an praktisch molybdänfreien Krystallen von Trauersella  $a:c = 1:4,5268$  gefunden, was mit den Bestimmungen von Manross sehr genau übereinstimmt. Dasselbe Resultat erhielt ich durch Messungen an reinen, künstlichen Krystallen, so daß ich glaube, daß mein Resultat für das reine  $CaWO_4$  genauer ist als jenes von Traube.

#### Strontiumwolframat.

H. Schultze<sup>5)</sup> stellte weiße durchsichtige Krystalle »von der Form des Wolframbleierz«; Zettnow<sup>6)</sup> kleine, schlecht ausgebildete Krystalle dar. L. Michel<sup>7)</sup> erhielt ebenfalls tetragonale Krystalle, wie auch von den folgenden Verbindungen.

Die von mir<sup>8)</sup> untersuchten Krystalle erreichen, obwohl sehr selten, selbst 4 mm, gewöhnlich sind sie viel kleiner. Sie sind regelmäßig aus-

1) Zeitschr. f. anorg. Chemie 1895, **9**, 386.

2) Annalen der Chemie u. Pharm. 1852, **81**, 243; **82**, 356.

3) Pogg. Ann. 1859, **107**, 272.

4) N. Jahrb. f. Min., Geol. usw. 1890, Beil.-Bd. **7**, 232.

5) Annalen d. Chemie u. Pharm. 1863, **126**, 56.

6) Pogg. Ann. 1867, **130**, 264.

7) Bull. Soc. franç. de minér. 1879, **2**, 442.

8) Sie waren, wie jene der Baryumverbindung, vom † Prof. A. Cossa dargestellt worden. Ich versicherte mich, daß sie vollkommen rein waren und keine bestimm- bare Menge Molybdän enthielten. Ich habe auch die Molybdate von *Ca*, *Ba*, *Sr*, eben- falls von Cossa dargestellt, untersucht; meine Messungen stimmen mit jenen von Hjortdahl (diese Zeitschr. 1887, **12**, 444) vollkommen überein, so daß ich sie nicht wiedergebe.

gebildet und zeigen die Formen {111} und {101}. Sie lieferten genaue Messungen.

$$a:c = 1:1,5582.$$

$$(111):(1\bar{1}1) = 80^{\circ}11' \text{ gem. } 80^{\circ}10' \text{ ber.}$$

$$(111):(11\bar{1}) = 48 \text{ } 49\frac{1}{2} \text{ - } 48 \text{ } 49 \text{ -}$$

#### Baryumwolframat.

Zettnow (a. a. O.) erhielt es als sandiges Pulver, unter dem Mikroskop aus spitzen Bipyramiden bestehend; Geuther und Forsberg<sup>1)</sup> in farblosen, großen Bipyramiden, ganz dem Kalksalz gleichend.

Meine Krystalle, welche nur {111} zeigten, waren sehr klein und schlechter ausgebildet als jene der Strontiumverbindung; die Auffindung von guten Krystallen war sehr schwierig. Die wenigen genauen Messungen lieferten:

$$a:c = 1:1,6046.$$

$$(111):(1\bar{1}1) = *80^{\circ}38\frac{1}{2}' \text{ gem. } -$$

$$(111):(11\bar{1}) = 47 \text{ } 38 \text{ - } 47^{\circ}34' \text{ ber.}$$

Wenn wir diese Resultate mit jenen vergleichen, welche Hjortdahl (a. a. O.) für die entsprechenden Molybdate erhielt, so haben wir:

$$CaWO_4 \quad a:c = 1:1,5268$$

$$CaMoO_4 \quad a:c = 1:1,5458$$

$$SrWO_4 \quad = 1:1,5582$$

$$SrMoO_4 \quad = 1:1,5738$$

$$BaWO_4 \quad = 1:1,6046$$

$$BaMoO_4 \quad = 1:1,6232.$$

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor:

1) Die Axe  $c$  ist an den Wolframatn der Erdalkalimetalle kleiner als bei den entsprechenden Molybdaten.

2) In beiden Reihen nimmt  $c$  mit dem Atomgewichte des Metalles zu, aber nicht dieser Größe proportional; das schwerere Atom des Baryums übt eine Wirkung aus, welche größer ist, als sie dem Verhältnisse in der Zunahme des Atomgewichtes entspricht. Dieselbe Tatsache beobachtete A. E. Tutton<sup>2)</sup> für die Salze von  $K$ ,  $Rb$ ,  $Cs$ .

Die Verwandtschaft der Erdalkaliwolframate ist am besten aus folgender Tabelle zu ersehen, welche auch die topischen Axen enthält.

	Molek.-Gewicht:	Spec. Gew.:	Molek.-Vol.:	$\chi$	$\psi$	$\omega$
$CaWO_4$	288,1	6,062	47,53	3,1458	3,1458	4,8030
$SrWO_4$	335,6	6,184	54,27	3,2657	3,2657	5,0886
$BaWO_4$	385,4	6,350	60,69	3,3567	3,3567	5,3862

Das spec. Gewicht wurde pyknometrisch bei  $20^{\circ}$  an den geschmolzenen Salzen bestimmt. — Alle drei Parameter nehmen von der  $Ca$ -Verbindung an zu;  $\omega$  ändert sich viel bedeutender als  $\chi$  und  $\psi$ .

Turin, chemisches Laboratorium der R. Scuola  
di Applicazione per gli Ingegneri.

1) Annalen der Chemie u. Pharm. 1864, 120, 270.

2) Diese Zeitschr. 1893, 24, 4 f.



## V. Krystallberechnung im triklinen System illustriert am Anorthit.

Von

L. Borgström und V. Goldschmidt in Heidelberg.

(Hierzu Taf. I und 43 Textfiguren.)

---

Die zweikreisige Krystallmessung mit Bestimmung der Positionswinkel  $\eta, \varrho$  der Flächen ist in mehreren Aufsätzen behandelt worden, die auch die Methode der Berechnung angeben.

Gdt.<sup>1)</sup>: diese Zeitschr. 1893, **21**, 210.

- kryst. Winkeltabellen 1897, 384.

Außerdem sind ausgeführte Beispiele und Schemata publiciert für:

das tetragonale System (Phosgenit) Gdt., diese Zeitschr. 1893, **21**, 321.

- hexagonale - (Vanadinit) - - - 1900, **32**, 569,

- monokline - (Lozandit) - - - 1898, **30**, 291,

- (Colemanit) Eakle. Univ. Calif. Publ. 1902, **3**, 42.

Vieles zu dieser Art der Krystallberechnung Nötige wurde bereits vor der zweikreisigen Messung publiciert, so:

Gdt.: Index d. Krystallf. 1886, **1**. Einleitung.

- Üb. Projection u. graph. Krystallberechnung. Berlin 1887.

Im triklinen System ist die Krystallberechnung, speciell die Berechnung der Elemente, etwas complicierter, als in den anderen Systemen. Das hat folgende Gründe:

1. Es sind hier fünf unabhängige Elemente zu bestimmen, im monoklinen System nur drei, im rhombischen zwei, im tetragonalen und hexagonalen je ein Element und im regulären gar keins.

---

<sup>1)</sup> In dieser Schrift hat sich gerade in bezug auf das triklone System ein Fehler eingeschlichen, der in den Winkeltabellen S. 384 berichtigt wurde.

2. Die höheren Systeme geben durch die symmetrische Anordnung der gleichwertigen Flächen (Gesamtform) einen Ausgleich durch Bildung des Mittels, der dem triklinen System versagt ist. Denn hier bringt jede Fläche höchstens ihre Gegenfläche mit. Deshalb ist hier ein anderer Weg des Ausgleichs nötig, der etwas umständlicher ist, aber immer noch einfach.

3. Triklone Krystalle sind meist flächenarm. Man ist daher genötigt, alles Brauchbare vorsichtig und kritisch zusammen zu fassen, während man bei den höheren Systemen eine reichere Auswahl von Daten hat, aus denen ein Mittel gebildet werden kann.

4. Einen wesentlichen Anteil an der Berechnung nimmt die sorgfältige Einrichtung (Polarstellung) des Krystalls am Goniometer. Sie umschließt einen instrumentalen Ausgleich zur Bestimmung des Pols und damit aller Poldistanzen. Hierbei steht das triklone System hinter den anderen zurück, indem ihm die Ringe von Flächen gleicher Poldistanz fehlen, ebenso die Meridianzonen. Oft ist nur die Prismenzone für die Polarstellung zu brauchen. Manchmal läßt sich die an triklinen Krystallen häufige Zwillingsbildung zur Hilfe heranziehen.

Unter diesen erschwerenden Umständen bewährt die zweikreisige Messung ihre Überlegenheit über die einkreisige. Sie bietet die Möglichkeit, alles gut Ausgebildete zur Berechnung der Elemente heranzuziehen. Bei der einkreisigen Messung dagegen können infolge des complicierten und ungleichen Rechnungs- und Ausgleichsverfahrens stets nur wenige ausgewählte Stücke zur Elementberechnung benutzt werden.

Die Berechnung der Symbole, sowie die Discussion der Zwillingsbildungen hat im triklinen System ebensowenig Schwierigkeit, wie in den anderen Systemen. Sie geschieht graphisch im gnomonischen Bild.

Die Krystallberechnung besteht aus zwei Teilen:

1. graphische Berechnung,
2. arithmetische Berechnung.

Die graphische Berechnung geht jedes Mal voraus. Die Symbole der Flächen werden ausschließlich graphisch bestimmt, ausnahmsweise durch Rechnung controliert. Die Elemente werden ebenfalls graphisch bestimmt. Dieser graphischen Bestimmung wird durch die Berechnung in Zahlen eine höhere Feinheit gegeben, da wo dies nötig ist und es die Ausbildung des Krystalls gestattet.

Dieser letztere Teil der Krystallberechnung, die ausgespitzte Berechnung der Elemente, macht den wesentlichen Teil der vorliegenden Publication aus.

Bei vorzüglich ausgebildeten Krystallen wird durch Rechnung eine höhere Genauigkeit als auf graphischem Weg erzielt, so zwar, daß die dritte Decimale der Längenelemente  $p_0 q_0$  gesichert ist und Schwankungen sich nur in der vierten Decimale zeigen. Dann stimmen auch die Winkel-

elemente  $\lambda\mu\nu$  auf 1 Minute, während die graphische Bestimmung sie nur auf etwa 10' genau ergibt.

Bei mittelguter Ausbildung sind graphische Bestimmung und Zahlenberechnung etwa gleichwertig. Bei schlechter Ausbildung ist sogar die graphische Bestimmung unter Umständen die genauere, da sie einen vielseitigeren Ausgleich bei guter Übersicht gestattet. Immer hat sie den Vorzug, daß sie sehr rasch und leicht auszuführen und daß grobe Fehler, wie sie die Rechnung bringen kann, nicht eintreten.

**Bestimmung der Positionswinkel  $\varphi\varrho$ .** Bei dem rechnenden Verfahren hat man zunächst für jede Fläche die Positionswinkel  $\varphi\varrho$  zu bestimmen.  $\varrho$  ist die Poldistanz der Fläche, d. h. die Neigung einer Fläche gegen eine andere, die senkrecht steht auf der Axe des Verticalkreises. Wir nennen sie die Polfläche. Der Polfläche entspricht (beim Reflectieren) am Horizontalkreis eine Ablesung  $h_0$ . Für eine andere beliebige Fläche sei diese Ablesung  $h$ . Dann ist

$$\varrho = h - h_0.$$

$\varphi$  ist der Meridianwinkel der Fläche, d. h. der Winkel des Meridians der Fläche mit dem Nullmeridian. Dem Nullmeridian entspreche am Verticalkreis die Ablesung  $v_0$ , einer beliebigen Fläche die Ablesung  $v$ . Dann ist

$$\varphi = v - v_0.$$

In diesen Formeln für  $\varphi\varrho$  haben  $h$  und  $v$  für jede Fläche andere Zahlen.  $h_0v_0$  dagegen sind für alle Flächen der ganzen Messung constant. Sie haben Einfluß auf sämtliche  $\varphi\varrho$ . Man muß daher auf ihre Bestimmung die größte Sorgfalt verwenden.

**Bestimmung von  $h_0$ .**  $h_0$  ist die Ablesung am Horizontalkreis ( $H$ ) wenn die Polfläche reflectiert, d. h. eine Fläche parallel dem Verticalkeis ( $V$ ).

**Ausführung<sup>1)</sup>.** Man bringt eine gut spiegelnde Fläche durch Drehen von  $H$  und  $V$  zum Spiegeln und liest an  $H$  ab. Die Ablesung sei  $h_1$ . Nun dreht man  $V$  um ca. 180° (Umschlagen) und stellt den Reflex derselben Fläche durch Drehen von  $H$  und geringes Drehen von  $V$  wieder ein. Die Ablesung sei jetzt  $h_2$ . Dann ist:

$$h_0 = \frac{1}{2}(h_1 + h_2).$$

Man gibt dann der Fläche eine andere Neigung und bestimmt  $h_0$  aufs neue. Beide Bestimmungen dürfen nicht um 1 Minute differieren.

Wird Collimator gegen Fernrohr nicht verstellt, so ändert sich  $h_0$  nicht. Es empfiehlt sich jedoch vor Beginn der Messung jedes neuen Krystalls,

1) Vgl. diese Zeitschr. 1893, 21, 215.

resp. bei Beginn der Messung an einem neuen Tag, zu prüfen, ob die Polstellung noch richtig ist.

**Polarstellen des Krystals<sup>1)</sup>**, das ist das orientierte Aufsetzen des Krystals am Goniometer. Um bequem und gleichmäßig auf Grund der Messung rechnen zu können, justiert man den Krystall am Goniometer so, daß die Prismenkanten parallel sind der Axe des Vertikalkreises oder, was dasselbe ist, daß die Polfläche des Krystals parallel ist der Ebene des Vertikalkreises. Diese Art des Polarstellens nennen wir die normale. Bei normalem Polarstellen haben alle Flächen der Prismenzone die Poldistanz  $\varrho = 90^\circ$ , die Ablesung am Horizontalkreis  $= h_0 + 90^\circ$ .

Um einen Krystall normal polarstellen zu können, muß man also wissen, welche Zone als Prismenzone anzusehen ist. Bei triklinen Krystallen kann jede Zone als Prismenzone gelten. Bei bekannten Krystallarten ist aber eine wichtige Zone durch Übereinkommen als Prismenzone gewählt. Wo die Wahl bei verschiedenen Autoren verschieden ist, wollen wir uns der Aufstellung unserer Winkeltabellen (Berlin 1897) anschließen. Bei bisher nicht beschriebenen Krystallarten steht die Wahl der Prismenzone frei. Man wählt dazu dann am besten die stärkst entwickelte Zone.

**Aufsuchen der Prismenzone. Vormessung.** Will man einen Krystall einer bekannten triklinen Krystallart (z. B. Anorthit) orientiert aufsetzen, so hat man in weitaus den meisten Fällen nach der Prismenzone polar zu stellen, wir wollen deshalb diesen Fall näher besprechen. Selten dienen andere Flächen zur Orientierung. Es gelingt aber oft nicht, die Formen aus dem Anblick allein richtig zu deuten und die Prismenzone zu erraten. Glaubt man, man habe die Prismenzone richtig erkannt, so stellt man nach ihr den Krystall polar und mißt ihn. Bei der Discussion im gnomonischen Bild zeigt es sich dann, ob man die richtige Stellung getroffen hat. Ist dies nicht der Fall, so ist diese Messung als vorläufige anzusehen, aus der in der Regel auf graphischem Weg, d. h. durch Ausmessen der Winkel im gnomonischen Bild<sup>2)</sup>, die richtige Orientierung gewonnen wird.

Kann man die Prismenzone nicht erraten, so ist es nicht gut, durch wiederholtes Raten und partielles Messen Zeit zu verlieren. Man verfährt dann folgendermaßen: Man setzt den Krystall am Goniometer so auf, daß eine Fläche, die im Kreuzpunkt einiger scheinbar wichtiger Zonen liegt, zur Polfläche wird und mißt durch. Diese Messung gibt die Winkel von Fläche zu Fläche in allen Zonen, denen die Polfläche angehört. Durch Vergleich dieser Winkel mit einer Winkeltabelle kann man die gemessenen Zonen identifizieren und die Prismenzone erkennen. In der Regel ist die Prismenzone eine der gemessenen Zonen. Ist das einmal nicht der Fall, so

1) Vgl. diese Zeitschr. 1893, **21**, 215; 1895, **24**, 640. Winkeltab. 1897, 385.

2) Vgl. Üb. Proj. u. graph. Kryst.-Ber. Berlin 1887, 44.

erhält man durch Eintragen ins gnomonische Bild genügende Kenntnis, um die Hauptzonen zu bestimmen und dem Krystall die normale Aufstellung zu geben. Dann folgt die definitive Messung.

Es kommt uns der Umstand zu statten, daß es bei triklinen Krystallen nur wenige wichtige Zonen gibt und daß diese bei den meisten Individuen entwickelt sind. Unter diesen ist in der Regel die wichtigste als Prismenzone ausgewählt, so daß man bei den meisten Krystallen erwarten darf, sie zu finden.

Von Winkeltabellen, die man zum Vergleich heranzieht, kommen zwei Arten in Anwendung:

1. Einkreisige, d. h. Tabellen der Winkel von Fläche zu Fläche.
2. Zweikreisige.

Erstere sind bequem, wo vorhanden. Über die Anwendung der letzteren sind einige Bemerkungen nötig<sup>1)</sup>. Sie enthalten nicht nur die Positionswinkel  $\varphi\varrho$  für jede Fläche, sondern auch die Hilfswinkel  $\xi_0\eta_0\xi\eta$ . Hierdurch ist eine große Zahl von Winkeln von Fläche zu Fläche gegeben; auch für das triklone System, mehr noch für die anderen. Wir haben die Winkel in allen Zonen durch  $0\infty$ , nämlich:

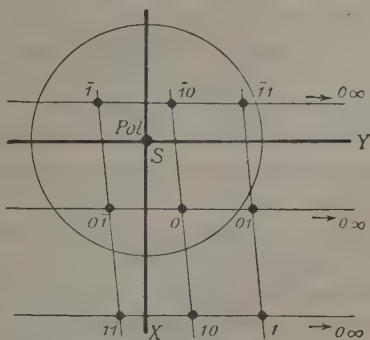
1. Die Winkel der Prismenzone in Colonne  $\varphi$ .

2. Die Winkel aller Querparallelzonen in Colonne  $\eta$ .

Dies dürfte für unseren Fall fast jedesmal ausreichen. Denn wenn durch unsere für die Vormessung polargestellte Fläche die Prismenzone nicht gehen sollte, so geht durch sie höchstwahrscheinlich eine der Querparallelzonen. Eine derselben muß ja jedesmal hindurch gehen, es fragt sich nur, ob sie entwickelt ist.

Ist gerade  $0\infty$  als Polfläche eingestellt, so liefert die Messung als Poldistanz alle  $\varphi$  der Prismenzone und alle  $\eta$  der Winkeltabelle zugleich. Kann man daher die Fläche  $0\infty$  als solche erkennen (z. B. als Spaltfläche), so empfiehlt es sich, bei der Vormessung nach dieser polar zu stellen. Ja es kann diese Polstellung als die definitive beibehalten werden; denn wir besitzen für diese Aufstellung die Winkel  $\varphi''\varrho''$  sowie alle Hilfswinkel  $\xi_0''\eta_0''\xi''\eta''$  in unserer Winkeltabelle; können sie vielmehr aus dieser durch eine einfache Subtraction anschreiben. Es ist nämlich<sup>1)</sup>:

Fig. 4.



<sup>1)</sup> Vgl. Gdt. Winkeltabellen 4897.



$$\begin{array}{lll} \varphi'' = 90 - \xi_0 & \xi_0'' = 90 - \eta & \xi'' = 90 - \varrho \\ \varrho'' = 90 - \eta & \eta_0'' = \varphi & \eta'' = \xi. \end{array}$$

Es empfiehlt sich für jeden triklinen Krystall, über den man arbeitet, eine solche Tabelle auszurechnen. Das ist eine kleine Arbeit.

Die definitive Durchführung der Messung mit  $0\infty$  als Polfläche empfiehlt sich besonders dann, wenn  $0\infty$  gut ausgebildet, oder als Spaltfläche scharf herzustellen ist, die Prismenzone dagegen schlecht.

Das **Polarstellen des Krystalls** am Goniometer geschieht bei triklinen Krystallen fast immer nach der Prismenzone; ausnahmsweise nach nach  $0\infty$  als Polfläche. Es muß mit der größten Sorgfalt geschehen unter Benutzung aller zur Verfügung stehenden Kennzeichen. Solche Kennzeichen sind: Verlauf der Reflexzüge, Kreuzen dieser Lichtzüge in einem Punkt, Erkennung nicht genau paralleler Krystallstücke, die auszuschalten sind u. a. Einige Übung und Erfahrung ermöglicht ein günstiges Polarstellen und hierin ein instrumentales Ausgleichsverfahren, das der zweikreisigen Messung eigentümlich und sehr wertvoll ist.

Wir wollen im folgenden neben der Ableitung ein **Beispiel** durchführen und wählen dazu einen gut ausgebildeten **Anorthit** vom Vesuv. Die Prismenzone ist gut ausgebildet. Sie sei erkannt oder durch Vor-messung gesichert, der Krystall nach der Prismenzone bestens polargestellt, die Messung durchgeführt und die Resultate der Messung in das Beobachtungsjournal eingetragen.

Tabelle I. (S. 69) gebe eine Abschrift aus dem Beobachtungsjournal. Darin seien jetzt die Columnen 1, 4, 5, 6 gefüllt, die Linien für die übrigen gezogen.

Vor der Messung wurde eine sorgfältige **Skizze** hergestellt. Am besten ein Kopfbild vom Aussehen von Fig. 4 Taf. I. Wenn nötig macht man noch mehrere Skizzen. In diesen Skizzen sind die Flächen willkürlich numeriert und die Nummern 1—48 in Col. 4 des Journals eingetragen. Im Projectionsbild (Taf. I Fig. 3) werden die gleichen Nummern den Flächenpunkten beigesetzt.

Die Polstellung des Instrumentes haben wir ausgemessen, d. h. den Wert  $h_0$  gefunden (vgl. S. 65). Wir können daher die Werte  $\varrho = h - h_0$  berechnen und damit Col. 8 füllen.

Es folgt nun die Herstellung des **gnomonischen Bildes**. Entweder aus den Winkeln  $v\varrho$  (Col. 4, 5, 8) oder aus  $\varphi\varrho$ , wenn  $v_0$  bereits bekannt und  $\varphi = v = v_0$  berechnet ist (Col. 7). Das Auftragen geht besonders rasch und bequem mit Hilfe des gnomonischen Netzes<sup>1)</sup> und der Tangententabellé. Fig. 3 Taf. 4 zeigt das gnomonische Bild verkleinert. In der Zeichnung wählt man den Radius des Grundkreises = 5 cm.

1) Vgl. Jahrb. f. Min. 1903, Beil.-Bd. 17, 371.

Tabelle I.

 Beispiel: Anorthit vom Vesuv. Berechnung von  $x'' y''$ ;  $x' y'$ .  $h_0 = 80^\circ$ ;  $v_0 = 41^\circ 6'$ .

Nr.	Buchst.	Symbol	Reflex	gemessen		$v_0$	$h_0$	$\varphi$	$\varrho$	$\log \sin \varphi$	$\log \lg \varphi$	$\log \cos \varphi$	$\lg \sin \varphi \lg \varrho$	$\lg \cos \varphi \lg \varrho$	$x'' = \sin \varphi \lg \varrho$	$y'' = \cos \varphi \lg \varrho$	$\lg \sin \varphi$	$\lg \lg \varphi$	$\lg \cos \varphi$	$\lg \sin \varphi \lg \varrho$	$\lg \cos \varphi \lg \varrho$	$x' = \sin \varphi \lg \varrho$	$y' = \cos \varphi \lg \varrho$
1	M	00	ausgez.	116° 8'	170° 0'	0° 0'	00	2' 900	0'	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	f	03	>	145 35	170 0	29 29	90	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	l	00	>	174 9	170 0	58 3	90	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	T	000	gut	233 44	169 58	147 35	89	58	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	z	003	>	205 11	169 58	149 5	89	58	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	M	00	ausgez.	296 7	196 57	179 59	89	57	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	n	02	ausgez.	270 44	128 32	154 35	48 32	.	999997	005367	1,4345	963266	968636	0,4857	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									807650	.	.	995579	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									945674	944940	0,4444	999404	968670	0,4862	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	P	0	>	196 38	106 44	80 32	26 44	.	969266	967410	0,4722	969266	890876	0,0814	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									998144	.	.	921610	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									982226	992945	0,8500	957885	968604	0,4853	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	e	02	>	138 23	132 0	22 17	52 0	.	010719	998086	0,9569	010719	007348	1,4844	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									987367	.	.	996629	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	r	06	gut	124 44	153 45	8 8	73 45	.	991738	045278	2,8365	915069	968609	0,4854	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									053540	028557	1,9300	053540	053101	3,3963	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									975047	.	.	999564	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									998834	986542	0,7335	980497	967908	0,4776	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	p	11	ausgez.	76 46	117 0	39 20	37 0	.	987741	923679	0,1725	987741	976555	0,5828	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									935968	.	.	988844	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									956215	944060	0,2574	982968	967813	0,4766	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	o	1	>	338 36	115 12	137 30	35 12	.	984845	981743	0,6568	984845	971608	0,5201	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									996898	.	.	986763	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									969633	937580	0,2376	999909	967856	0,4770	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	x	10	gut	29 48	105 33	36 18	25 33	.	967947	961787	0,4148	967947	848925	0,0308	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									993840	.	.	880978	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									983365	904056	0,0979	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	q	00	schw.	42 39	89 16	73 7	9 16	.	920694	907416	0,1178	×	×	×	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									986425	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									963213	979013	0,6168	999997	045797	1,4387	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	y	20	ausgez.	25 23	135 12	90 43	55 12	.	015800	011391	1,3000	015800	825548	0,0180	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									995591	.	.	809718	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									999653	044424	2,5956	973997	015768	1,4377	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	u	24	gut	82 46	149 5	38 20	69 5	.	041774	954777	0,8294	041774	033965	2,1860	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									910006	.	.	992194	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									971442	013292	1,3584	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17	v	23	deutl.	329 2	149 15	147 4	69 15	.	042151	035473	2,2633	×	×	×	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									993322	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									956118	994539	0,8818	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	t	20	schw.	201 24	147 34	53 15	67 34	.	038421	035333	2,3559	×	×	×	.	.	.	.	.	.	.	.	.
									994912	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

×× Nur die als gut und ausgezeichnet bezeichneten Flächen wurden zur Elementbestimmung verwendet.

 \* Die Zeichen + — wurden aus den  $r$  resp.  $\varphi$  bestimmt. Im I. Quadr. ist  $xy$  ++, im II. +—, im III. ——, im IV. —+.

Im gnomonischen Bild kann man leicht und sicher das Krystallsystem erkennen<sup>1)</sup>. Die Symbole der vorhandenen Formen bestimmen auch die Elemente, lassen sich darin ausmessen, teils direct, teils durch eine einfache Construction. So bekommt man die Längenelemente bei genügend guter Ausbildung  $p_0 q_0$  auf zwei Decimalen richtig, die Winkelemente  $\lambda \mu \nu$  auf etwa  $40'$  richtig.

**Graphische Bestimmung des Krystallsystems.** Es sei das gnomonische Bild hergestellt Taf. I, Fig. 3, die Flächenpunkte eingetragen und mit den Nummern (1—18) des Beobachtungsjournals versehen. Als Maßeinheit sei, wie gewöhnlich, der Radius des Grundkreises  $H = 5$  cm gewählt. Man zieht jetzt mit Lineal und Dreieck die Zonenlinien und vollzieht dabei einen **graphischen Ausgleich**. Man beachtet, daß die Punkte einer Zone auf einer Geraden liegen sollten, was sie je nach Güte der Ausbildung mehr oder minder genau tun, und prüft den Parallelismus der Zonen durch Verschieben des Dreiecks am Lineal. Bei höheren Systemen prüft man auch ob Zonenlinien auf einander senkrecht stehen, mit Hilfe des verschiebbaren Dreiecks. Im triklinen System gibt es solche Verbände nicht, außer bei einigen Zwillingen.

Der graphische Ausgleich soll mit möglichster Sorgfalt gemacht werden, unter Bevorzugung der guten Flächen vor den schlechten. Auch die Prismenrichtungen sollen dabei nicht vergessen werden. Bei einiger Übung und genügender Sorgfalt und Umsicht beim Ausgleich, sowie bei zarter Ausführung des Bildes, der Punkte und Linien kann eine große Genauigkeit in der graphischen Berechnung der Elemente erzielt werden. Ja sie kann bei schlechter Ausbildung des Krystalls die arithmetische Bestimmung der Elemente an Genauigkeit übertreffen.

Durch Construction mit dem doppelten Maßstab  $H = 10$  cm kann unter Umständen die Genauigkeit erhöht werden, besonders, wenn die Flächen nahe beim Pol sind.

In unserem gnomonischen Bild (Taf. I, Fig. 3) bemerken wir folgendes: Keine Zonenlinie geht durch den Pol ( $S$ ). Die möglichen Zählaxen stehen nicht senkrecht aufeinander; die Maßeinheiten  $p_0 q_0$ , mit denen man die Orte der Punkte in einfachen rationalen Zahlen bestimmen kann, sind verschieden unter sich und verschieden von der Einheit ( $H = 5$  cm). Also:

$$p_0 \leq q_0 \leq 1; \quad \lambda \mu \nu \leq 90^\circ.$$

Das sind die Kennzeichen für das triklone System<sup>2)</sup>.

In unserem Fall haben wir eine bekannte Krystallart (Anorthit). Wir wählen daher die Zählaxen und Elemente im Anschluß an das Übliche, d. h. übereinstimmend mit der Winkeltabelle. Dazu haben wir uns im

1) Vgl. diese Zeitschr. 1899, **31**, 135; **32**, 49.

2) Vgl. diese Zeitschr. 1899, **31**, 135.

Projectionsbild zurecht zu finden. Das gelingt mit Hilfe der Anordnung der Punkte und der Poldistanzen (Col. 8).

Die Poldistanz  $\varrho = 26^{\circ}14'$  (WT<sup>1)</sup>  $= 26^{\circ}14'$  gibt Fläche Nr. 8 als schiefe Basis  $P = 0$  zu erkennen. Ferner bezeichnen Anordnung und Poldistanz Fläche Nr. 7 als  $n = 0\bar{2}$  (gemessen  $\varrho = 48^{\circ}32'$ ; WT  $= 48^{\circ}33'$ ). Nr. 9 als  $c = 02$  (gemessen  $\varrho = 52^{\circ}00'$ ; WT  $= 52^{\circ}00'$ ). Weiter erkennen wir Nr. 13 als  $x = \bar{1}0$  (gemessen  $\varrho = 25^{\circ}33'$ ; WT  $= 25^{\circ}34'$ ). Damit sind wir orientiert, die Zählaxen und Längeneinheiten  $p_0q_0$  sowie der Anfang der Zählung  $pq = 0$  sind festgesetzt.

Wir können jetzt durch Abzählen der Coordinaten für alle eingetragenen Flächenpunkte die Symbole anschreiben, auch für die Prismen. Für die Prismen brauchen wir im Symbol  $\frac{p}{q}\infty = \infty\frac{q}{p} = p\infty : q\infty$  nur das Verhältnis  $p:q$ . Wir finden es folgendermaßen. Wir ziehen eine Zonenlinie  $[10:0\infty]$  oder  $[\bar{1}0:0\infty]$ , wir nennen sie die Querzone 1. Dann verschieben wir die durch den Pol  $S$  gehende Richtungslinie des Prismas parallel durch den Coordinatenanfang  $P = 0$ . Sie schneide die Querzone 1 im Punkt  $1q_1$  (z. B.  $1\frac{3}{2}$ ), so ist für das Prisma  $p:q = 1:q_1$ , z. B.  $= 1:\frac{3}{2}$ , das Symbol ist  $\infty q_1$ , z. B.  $= \infty\frac{2}{3}$ .

Nachdem jeder Flächenpunkt sein Symbol erhalten hat, setzen wir dazu aus der Winkeltabelle den zugehörigen Buchstaben und übertragen dann Buchstabe und Symbol zu den entsprechenden Nummern des Beobachtungsjournals (Tabelle 1, Col. 2 und 3).

**Ausmessung der Längenelemente**  $p_0q_0$  im gnomonischen Bild. Wir bezeichnen allgemein die Längenelemente mit  $p_0q_0$ . Speziell für die Zwecke der Elementberechnung und für die Winkeltabellen wollen wir diesen Größen verschiedene Bezeichnung geben, je nach der Einheit, mit der sie ausgemessen sind. Die relativen Größen sind dabei dieselben, aber die Zahlen andere. Wir wollen schreiben:

$P_0Q_0R_0$  für  $H = 5$  cm Abmessung im Projectionsbild,  
 $p_0'q_0'r_0' - h = 1$  - reduziert auf den Radius des Grundkreises als Einheit,  
 $p_0q_0 - r_0 = 1$  - reduziert auf das Längenelement  $r_0 = 1$ .

Wir messen nun im gnomonischen Bild die Länge  $P_0Q_0$  an möglichst vielen Stellen, indem wir die besten bevorzugen und nehmen das Mittel. Wir finden in unserem Beispiel:

$$\left. \begin{array}{l} Px = P_0 = 4,85 \text{ cm} \\ Py = 2P_0 = 9,71 \text{ -} \end{array} \right\} \text{Mittel: } P_0 = 4,853;$$

$$\left. \begin{array}{l} re = 4Q_0 = 11,05 \text{ cm} \\ op = 2Q_0 = 5,52 \text{ -} \end{array} \right\} \text{Mittel: } Q_0 = 2,762.$$

Daraus folgt:

$$p_0' = \frac{1}{5}P_0 = 0,970 \text{ (ber. } = 0,9632); \quad q_0' = \frac{1}{5}Q_0 = 0,552 \text{ (ber. } = 0,5515).$$

1) WT bedeute hier und im folgenden: Gdt. Winkeltabellen 1897.





Zur Auswertung von  $\angle PM$  construirt man den Winkelpunkt der Zonenlinie  $PeM^1$ ). Er fällt nach  $W_1$  in Taf. I, Fig. 3. Man zieht  $W_1N_1 \parallel Pe$ , so ist  $\angle PW_1N_1 = \lambda$ . Besser mißt man statt  $\lambda$  den Winkel  $PW_1S = 90^\circ - \lambda$  aus.

Die graphische Bestimmung ergab:

Sehne  $(90^\circ - \lambda) = 0,076$ ;  $90^\circ - \lambda = 4^\circ 20'$ ;  $\lambda = 85^\circ 40'$  (ber.:  $85^\circ 50'$ ).

$\mu$  ist  $= \angle (0 : \infty 0)$ . Man construirt den Winkelpunkt der Zone  $xPt$ . Er fällt nach  $W_2$ , zieht  $W_2N_2 \parallel Pt$ , so ist  $\angle PW_2N_2 = \mu$ . Statt  $\mu$  kann man besser  $\angle SW_2P = 90^\circ - \mu$  ausmessen.

Die graphische Bestimmung ergab:

Sehne  $(90^\circ - \mu) = 0,458$ ;  $90^\circ - \mu = 26^\circ 30'$ ;  $\mu = 63^\circ 30'$  (ber.:  $63^\circ 59'$ ).

Die graphische Bestimmung des Krystallsystems, der Elemente und Symbole geht rasch. Sie läßt sich nach Herstellung und Ausgleich des Projectionbildes in einer halben Stunde bequem durchführen.

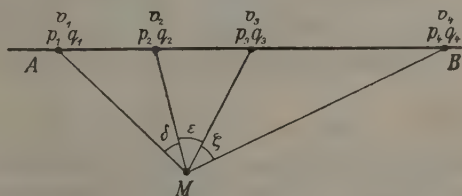
### Arithmetische Bestimmung der Elemente.

Die nächste Aufgabe ist die Bestimmung von  $v_0$ . Sie hat mit der größten Sorgfalt zu geschehen und zwar auf dem Weg der Rechnung. In allen Krystallsystemen, außer dem triklinen, gibt es bei normaler Aufstellung Meridiane von bekannter Orientierung ( $0^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  gegen den 0-Meridian) von der Eigenschaft, daß sie den Winkel zwischen je zwei zusammengehörigen Flächen halbieren. Man benutzt sie zur Berechnung des besten Mittelwertes für  $v_0$ . Im triklinen System fehlt ein solches Hilfsmittel; doch kann man auch hier  $v_0$  aus sämtlichen Messungen ableiten und zwar: aus  $0\infty$ ; aus den Prismen und aus den Terminalflächen.

$v_0$  aus  $0\infty$ . Die Ablesung am Verticalkreis für  $0\infty$  gibt direct einen Wert  $v_0$ . Diese Bestimmung hat eine besondere Wichtigkeit dadurch, daß man mit Vorliebe eine besonders gute Fläche zum Pinakoid  $0\infty$  wählt.

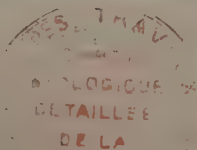
Bestimmung von  $v_0$  aus den Prismen gelingt mit Hilfe der Zonenformel. Kennen wir in einer Zone die Winkel zwischen drei Flächen von bekanntem Symbol, so kann man den Winkel zu einer vierten derselben Zone berechnen, wenn deren Symbol bekannt ist.

Fig. 3.



Die Papierebene in Textfig. 3 sei die Zonenebene der Flächen  $p_1q_1$ ,

4) Proj. u. graph. Kryst.-Ber. 4887, 44.



$p_2 q_2, p_3 q_3, p_4 q_4$ .  $AB$  die gnomonische Zonenlinie.  $M$  der Krystallmittelpunkt, so sind  $\delta \varepsilon \zeta$  die Winkel zwischen den Flächen.

Man kann nun die Zonenformel, die diese Werte verknüpft, in folgender Form schreiben<sup>1)</sup>:

$$\cotg(\varepsilon + \zeta) = Q \cotg \varepsilon - (1 - Q) \cotg \delta,$$

wobei:

$$Q = \frac{p_3 - p_2}{p_3 - p_1} \cdot \frac{p_4 - p_1}{p_4 - p_2} = \frac{q_3 - q_2}{q_3 - q_1} \cdot \frac{q_4 - q_1}{q_4 - q_2}.$$

Wir schreiben die Prismensymbole in zwei gleichwertigen Formen  $\frac{p}{q} \infty = \infty \frac{q}{p}$ . Z. B.  $2\infty = \infty \frac{1}{2}$ ;  $\frac{2}{3}\infty = \infty \frac{3}{2}$ . Wir wenden für unseren Zweck die Form  $\infty \frac{q}{p}$  an oder, was dasselbe ist  $\infty q$ . Dann haben wir für die Prismenzone  $q$  in die Zonenformel einzusetzen.

Haben wir nun an unserem triklinen Krystall für drei Prismenflächen  $\infty q_1, \infty q_2, \infty q_3$  die Position gemessen, d. h. die Werte  $v_1, v_2, v_3$  abgelesen, so ist:

$$v_2 - v_1 = \delta; \quad v_3 - v_2 = \varepsilon.$$

Die vierte Fläche sei  $0\infty$ , d. h. die Fläche des 0-Meridians. Ihre Ablesung nennen wir  $v_0$  und das ist die Größe, die wir berechnen wollen. Es ist also:

$$p_4 q_4 = 0\infty; \quad q_4 = \infty; \quad v_0 - v_3 = \zeta; \quad v_0 - v_2 = \varepsilon + \zeta.$$

Sind also  $v_1 v_2 v_3$  durch Messung bekannt (Tabelle I, Col. 5), so haben wir  $\delta \varepsilon$ , können  $\varepsilon + \zeta$  aus der Zonenformel berechnen und haben dadurch:

$$v_0 = v_2 + (\varepsilon + \zeta).$$

Für diesen Fall, d. h. für  $q_4 = \infty$ , vereinfacht sich die Zonenformel. Denn es ist dann:

$$\frac{q_4 - q_1}{q_4 - q_2} = \frac{\infty - q_1}{\infty - q_2} = 1.$$

Dadurch wird in unserer Zonenformel:

$$\begin{aligned} \cotg(\varepsilon + \zeta) &= Q \cotg \varepsilon - (1 - Q) \cotg \delta, \\ \cotg(v_0 - v_2) &= Q \cotg(v_3 - v_2) - (1 - Q) \cotg(v_2 - v_1), \end{aligned}$$

worin:

$$Q = \frac{q_3 - q_2}{q_3 - q_1}.$$

Die Rechnung mit dieser Formel ist bequem; denn  $q_1 q_2 q_3$ , dadurch auch  $Q$  und  $1 - Q$  sind einfache rationale Zahlen.

Durch Combination aus je drei Prismenflächen bekommt man auf

1) Vgl. Index 4886, 1, 443.

diesem Weg mehrere Werte von  $v_0$ , von denen man unter Berücksichtigung ihrer Güte einen Mittelwert bilden kann.

**$v_0$  aus den Terminalflächen.** Durch zwei Terminalflächen (Pyramiden oder Domen)  $F_1 = p_1 q_1$  und  $F_2 = p_2 q_2$  (Fig. 4) ist eine Zone  $Z$  bestimmt. Im Schnitt von  $Z$  mit der Prismenzone liegt eine krystallogomisch mögliche Fläche. Ihr Symbol ist durch die Symbole  $p_1 q_1, p_2 q_2$  gegeben.

Es sei:  $\infty q$ , wobei:

$$q = \frac{q_2 - q_1}{p_2 - p_1} \text{ ist.}$$

**Die Berechnung des  $v$  für dies Prisma  $\infty q$**  ist unsere nächste Aufgabe. Sie ist leicht auszuführen.

Für die Flächen  $F_1 F_2$  sind durch Messung bekannt: Die Poldistanzen  $q_1 q_2$  (Tab. I, Col. 8) und die Ablesung am Verticalkreis  $v_1 v_2, x_1^v y_1^v$ , resp.  $x_2^v y_2^v$  seien ihre Coordinaten bezogen auf ein rechtwinkliges Coordinatensystem, dessen  $Y$ -Axe durch die Richtung  $0^\circ$  der  $v$ -Werte und den Pol  $S$  geht.

Aus Fig. 4 ist ersichtlich, daß:

$$\begin{aligned} x_1^v &= \sin v_1 \tan q_1, & x_2^v &= \sin v_2 \tan q_2, \\ y_1^v &= \cos v_1 \tan q_1, & y_2^v &= \cos v_2 \tan q_2. \end{aligned}$$

Diese Werte nehmen wir für alle gemessenen Terminalflächen aus Tab. I, Col. 9, 10, 11. Aus ihnen berechnet sich, wie aus Textfig. 4 ersichtlich:

$$\tan v = \frac{x_2^v - x_1^v}{y_2^v - y_1^v} \text{ für das Prisma } \infty q, \text{ worin } q = \frac{q_2 - q_1}{p_2 - p_1} \text{ ist.}$$

Die so durch ihr  $v$  und ihr Symbol  $\infty q$  gegebenen Prismen kann man mit anderen gemessenen oder berechneten Prismen combinieren, um in der oben (S. 73) angegebenen Weise  $v_0$  aus den Prismen zu berechnen. So können die Messungen der Terminalflächen zur Bestimmung von  $v_0$  dienen.

Aus allen so berechneten Werten  $v_0$  bildet man ein **Mittel** unter Berücksichtigung der Güte. Die Schwankungen der Einzelwerte von  $v_0$  geben ein Bild von der Genauigkeit der Bestimmung. Dieser Weg der Bestimmung vereinigt alles Brauchbare zu einem möglichst genauen Resultat.

Fig. 4.

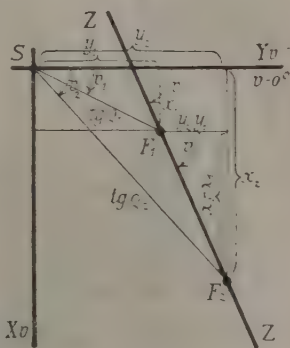


Tabelle II. Beispiel: Anorthit.

Berechnung von  $v$  für die Prismen der Zonen der Terminalflächen

$$\text{nach der Formel } \lg v = \frac{x_2^v - x_1^v}{y_2^v - y_1^v},$$

indem man alle Terminalflächen der Reihe nach zu je zwei combinirt.

Zone durch Nr.	$\frac{x_2^v - x_1^v}{y_2^v - y_1^v}$	log log	lg tg v	v	Zugehör. Prisma
7:8	$\frac{0,9904}{0,4857}$	$\frac{999584}{968637}$	$\frac{030944}{1160\ 8'}$	00	
7:9	$\frac{1,9815}{0,9704}$	$\frac{029699}{998695}$	$\frac{031004}{116\ 6}$	00	
7:10	$\frac{3,9680}{1,9435}$	$\frac{059857}{028859}$	$\frac{030998}{116\ 6}$	00	
7:11	$\frac{1,8650}{0,4590}$	$\frac{027068}{920140}$	$\frac{106928}{85\ 8}$	$\infty 3$	
7:12	$\frac{0,8741}{0,6433}$	$\frac{994456}{980844}$	$\frac{013315}{53\ 39}$	$\infty \infty$	
7:13	$\frac{1,3691}{0,4043}$	$\frac{013643}{960347}$	$\frac{053296}{73\ 40}$	$\infty 2$	
7:15	$\frac{1,7483}{1,2865}$	$\frac{024261}{010941}$	$\frac{013320}{53\ 39}$	$\infty \infty$	
7:16	$\frac{3,7271}{0,3459}$	$\frac{057149}{049955}$	$\frac{007194}{85\ 9}$	$\infty 3$	
8:9	$\frac{0,9941}{0,4847}$	$\frac{999612}{968547}$	$\frac{031065}{116\ 4}$	00	
8:10	$\frac{2,9776}{1,4578}$	$\frac{047386}{016370}$	$\frac{031016}{116\ 5}$	00	
8:11	$\frac{0,8746}{0,6447}$	$\frac{994181}{980936}$	$\frac{013245}{53\ 36}$	$\infty \infty$	
8:12	$\frac{0,1163}{1,1290}$	$\frac{906558}{005269}$	$\frac{901289}{174\ 7}$	$\infty$	
8:13	$\frac{0,3787}{0,8870}$	$\frac{957830}{994792}$	$\frac{963038}{23\ 7}$	$\infty 0$	
8:15	$\frac{0,7579}{1,7722}$	$\frac{987961}{025096}$	$\frac{962865}{23\ 2}$	$\infty 0$	
8:16	$\frac{2,7367}{0,8016}$	$\frac{043723}{990396}$	$\frac{953327}{73\ 40}$	$\infty 2$	
9:10	$\frac{1,9865}{0,9731}$	$\frac{029809}{998816}$	$\frac{030993}{116\ 6}$	00	
9:11	$\frac{0,1165}{1,1294}$	$\frac{906633}{005285}$	$\frac{901348}{174\ 6}$	$\infty$	
9:12	$\frac{1,1074}{1,6137}$	$\frac{004431}{020782}$	$\frac{983649}{145\ 32}$	$\infty 3$	

Zone durch Nr.	$\frac{x_2^v - x_1^v}{y_2^v - y_1^v}$	log log	lg tg v	v	Zugehör. Prisma
9:13	$\frac{0,6124}{1,3717}$	$\frac{978704}{013727}$	$\frac{964977}{1550\ 56'}$	$\infty 2$	
9:15	$\frac{0,2332}{2,2569}$	$\frac{936773}{035351}$	$\frac{501422}{174\ 6}$	$\infty$	
9:16	$\frac{1,7456}{1,2863}$	$\frac{024194}{010934}$	$\frac{013260}{53\ 0}$	$\infty \infty$	
10:11	$\frac{2,1030}{2,1025}$	$\frac{032284}{032273}$	$\frac{000011}{135\ 0}$	$\infty 5$	
10:12	$\frac{3,0939}{2,5868}$	$\frac{049051}{041277}$	$\frac{007774}{129\ 54}$	$\infty 7$	
10:13	$\frac{2,5989}{2,3448}$	$\frac{041480}{037013}$	$\frac{004467}{132\ 4}$	$\infty 6$	
10:15	$\frac{2,2197}{3,2300}$	$\frac{034629}{050920}$	$\frac{983709}{145\ 30}$	$\infty 3$	
10:16	$\frac{0,2409}{2,2594}$	$\frac{938184}{035400}$	$\frac{902784}{173\ 55}$	$\infty$	
11:12	$\frac{0,9909}{0,4843}$	$\frac{999603}{968511}$	$\frac{031092}{116\ 3}$	00	
11:13	$\frac{0,4959}{0,2423}$	$\frac{969539}{938435}$	$\frac{031404}{116\ 3}$	00	
11:15	$\frac{0,1167}{1,1275}$	$\frac{906707}{005212}$	$\frac{901495}{174\ 5}$	$\infty$	
11:16	$\frac{1,8621}{0,1569}$	$\frac{026200}{919562}$	$\frac{106638}{85\ 6}$	$\infty 3$	
12:13	$\frac{0,4950}{0,2420}$	$\frac{969461}{938382}$	$\frac{031079}{116\ 3}$	00	
12:15	$\frac{0,8742}{0,6432}$	$\frac{994161}{980835}$	$\frac{013326}{53\ 39}$	$\infty \infty$	
12:16	$\frac{2,8530}{0,3274}$	$\frac{045530}{951508}$	$\frac{094022}{96\ 33}$	$\infty 5$	
13:15	$\frac{0,3792}{0,8852}$	$\frac{957887}{994704}$	$\frac{963183}{23\ 9}$	$\infty 0$	
13:16	$\frac{2,3580}{0,0854}$	$\frac{036254}{893146}$	$\frac{143108}{92\ 7}$	$\infty 4$	
15:16	$\frac{1,9788}{0,9706}$	$\frac{029644}{998704}$	$\frac{030937}{116\ 8}$	00	

Anm. Bei  $x_2^v - x_1^v$ ;  $y_2^v - y_1^v$ , ebenso bei  $\lg v$  ist das Vorzeichen zu beachten. Ist  $\lg v +$ , so fällt  $v$  in den I. Quadranten (resp. III.); ist  $\lg v -$ , so fällt  $v$  in den II. Quadranten (resp. IV.). Im letzteren Fall ist für den in der Logarithmentafel aufgeschlagenen Wert  $v$  das Supplement ( $180^\circ - v$ ) zu setzen, z. B.  $000 = 116^\circ 3'$ , nicht  $630\ 57'$ .

Zusammenstellung der berechneten  $v$ -Werte der Prismen.

Symbol	$0\infty$	$\infty 3$	$\infty$	$\infty 0$	$\infty \infty$	$\infty \bar{2}$	$\infty \bar{3}$
$v =$	116° 8'	145° 32'	174° 7'	23° 7'	53° 39'	73° 40'	85° 8'
.	6	30	6	2	39	40	9
.	6	.	6	9	36	.	6
.	4	.	5	.	36	.	.
.	5	.	(173 55)	.	39	.	.
.	6	.	.	.	.	.	.
.	3	.	.	.	.	.	.
.	3	.	.	.	.	.	.
.	3	.	.	.	.	.	.
.	8	.	.	.	.	.	.
$v = \text{Mittel:}$	116° 5,2'	145° 34'	174° 5'	23° 6'	53° 38'	73° 40'	85° 8'
Zahl d. Mess.:	10	2	5	3	5	2	3

Wir stellen die Mittelwerte zusammen mit den für die Prismen direct gemessenen  $v$ -Werthen (Tab. I, Col. 5).

$v$ gemessen:	116° 7,5'	145° 35'	174° 9'	.	53° 44'	.	85° 44'
Zahl d. Mess.:	2	1	1	.	1	.	1
Mittel aus *) Mess. u. Rechn.	116° 6'	145° 32'	174° 6'	23° 6'	53° 38'	73° 40'	85° 9'
Symbol	$0\infty$	$\infty 3$	$\infty$	$\infty 0$	$\infty \infty$	$\infty \bar{2}$	$\infty \bar{3}$
Buchstabe	$M$	$f$	$l$	$h$	$T$	$\zeta$	$\varkappa$

\* NB. Das Mittel ist gebildet mit Berücksichtigung der Zahl der Messungen. In der Nebeneinanderstellung der direct gemessenen Winkel mit den aus den Terminalflächen berechneten liegt eine wichtige Controle. Sie gibt uns zugleich ein Maß für die Genauigkeit der Bestimmung.

Die Werthe für  $\infty \bar{4}$ ,  $\infty \bar{5}$ ,  $\infty \bar{5}$ ,  $\infty \bar{6}$ ,  $\infty \bar{7}$  wurden für die weitere Berechnung weggelassen, weil sie weniger sicher sind.

Die Berechnung von  $v_0$  aus den  $v$  der Prismen geschieht nun aus den oben gefundenen Mittelwerten der  $v$  nach der S. 74 entwickelten Formel:

$$\cotg (v_0 - v_2) = Q \cotg (v_3 - v_2) - (1 - Q) \cotg (v_2 - v_1);$$

worin

$$Q = \frac{q_3 - q_2}{q_3 - q_1}.$$

Es sind dabei je drei Prismenwerte zusammenzunehmen. Man könnte von den Prismen unseres Anorthit  $flhT\zeta\varkappa$  alle Combinationen zu je drei machen. Dies wäre mühsam, auch würden dabei nicht die besten Messungen bevorzugt. Besser ist so zu combinieren, daß die besten Werte vorzugsweise verwendet werden. In unserem Fall würden sich die Combinationen empfehlen:

$$\varkappa Tl \quad Thl \quad \zeta lf \quad \varkappa Tf.$$



Berechnung von  $v_0$  aus den Prismen.

Schema und Ausrechnung.

Bechst.	Symb.	$q_3$	$v_3$	$Q$	$v_3 - v_2$	$\text{ctg}$	$Q \text{ ctg}$	Diff. = $\text{ctg}(v_0 - v_2)$
"	"	$q_2$	$v_2$	$1 - Q$	$v_2 - v_1$	$\text{ctg}$	$(1 - Q) \text{ctg}$	$v_0 - v_2$
"	"	$q_1$	$v_1$					$v_0$
$\alpha$	$\infty \bar{3}$	$\bar{3}$	2650 9'	$\frac{1}{3}$	34030'	1,6813	0,8156	0,5216
$T$	$\infty \infty$	$\bar{1}$	233 38'	$\frac{1}{2}$	59 32'	0,5881	0,2940	62027,2'
$l$	$\infty$	4	174 6					296 5,7
$T$	$\infty \infty$	$\bar{1}$	233 38'	$\frac{1}{2}$	30 32'	1,6949	0,8474	0,0545
$h$	$\infty 0$	0	203 6	$\frac{1}{2}$	29 0	1,8040	0,9020	930 7,3'
$l$	$\infty$	4	174 6					296 13,3
$\zeta$	$\infty \bar{2}$	$\bar{2}$	253 40	$\frac{2}{3}$	79 34	0,1841	0,1105	0,6242
$l$	$\infty$	4	174 6	$\frac{2}{3}$	28 34	1,8867	0,7347	124058,3'
$f$	$\infty 3$	3	145 32					296 4,3
$\alpha$	$\infty \bar{3}$	$\bar{3}$	265 9	$\frac{1}{3}$	34 30'	1,6314	0,5438	0,5218
$T$	$\infty \infty$	$\bar{1}$	233 38'	$\frac{2}{3}$	88 6'	0,0330	0,0220	62026,7'
$f$	$\infty 3$	3	145 32					296 5,2

Mittel:

$$v_0 = 296^0 5,7'$$

$$43,3$$

$$4,3$$

$$5,2$$

$$\text{Mittel } v = 296^0 7,4'$$

$$\text{oder } = 116^0 7,4$$

NB. Bei dieser Rechnung ist Vorsicht nötig, daß man nicht durch Einführung eines ungenauen Winkels das Resultat verdirbt. Der Fehler kann sich durch die Rechnung wesentlich vergrößern.

Zum Zweck der Rechnung sorgt man dafür, daß alle Flächen im vorderen Halbkreis  $0 \infty \cdot \infty 0 \cdot 0 \infty$  liegen und ersetzt, wo nötig, eine Fläche durch ihre Gegenfläche, indem man  $180^0$  addiert. Also:

$\leftarrow$	$\overline{M}$	$\alpha$	$\zeta$	$T$	$h$	$l$	$f$	$M$	$\rightarrow$
	$0 \infty$	$\infty \bar{3}$	$\infty \bar{2}$	$\infty \infty$	$\infty 0$	$\infty$	$\infty 3$	$0 \infty$	
$v = 296^0 6'$		2650 9'	2530 40'	2330 38'	2030 6'	1740 6'	1450 32'	1460 6'	

$v_0$  Gesamtmittel: Wir haben nun  $v_0$  auf drei Wegen gefunden und folgende Winkelwerte erhalten:

$$0 \infty \cdot 0 \infty \text{ direct gemessen} \quad v_0 = 116^0 7,5' \quad (2 \text{ Mess.})$$

$$\text{Aus den Querparallelzonen (nach } 0 \infty) \quad v_0 = 116^0 5,2' \quad (10 \quad - \quad)$$

$$\text{Aus den Prismen} \quad v_0 = 116^0 7,4' \quad (4 \quad - \quad)$$

$$\text{Gesamtmittel} \quad v_0 = 116^0 6' \quad (16 \quad - \quad).$$

Dieser Wert  $v_0 = 116^0 6'$  ist als der beste anzusehen und in die Rechnung einzuführen. Der Vergleich der verschiedenen Resultate zeigt, daß ein größerer Fehler als eine Minute ihm nicht anhaftet.

**Berechnung von  $\varphi$ .** Wir können jetzt in Tabelle I S. 69 die Werte  $\varphi = v - v_0 = v - 116^0 6'$  ausrechnen (Col. 7). Wir tun das in der üblichen Weise, daß wir  $\varphi$  nicht größer werden lassen als  $\pm 180^0$ , indem wir für Werte von  $\varphi$ , die größer ausfallen als  $180^0$ , umgekehrt subtrahieren und — setzen. Denn es ist:

$$\varphi = v - v_0 = -(v_0 - v).$$



Jetzt sind in unseren Formeln bekannt:  $x'y'$ , außerdem durch graphische Bestimmung im gnomonischen Bild die Symbolzahlen  $pq$  (Tab. I, Col. 3).

**Disposition.** Wir berechnen zunächst:

aus Formel:  $x' = x_0' + pp_0' \sin \nu$  die 2 Werte:  $x_0'$  und  $p_0' \sin \nu$ .  
dann aus:  $y' = y_0' + qq_0' + pp_0' \cos \nu$  die 3 Werte:  $y_0'q_0'$  und  $p_0' \cos \nu$ .

Das sind fünf unabhängige Elemente, wie sie der triklone Krystall braucht. Haben wir diese fünf Größen durch ausgleichende Rechnung möglichst genau bestimmt, so sind die Elemente des Krystalls festgelegt. Es bleibt noch eine Umformung, wenn man es vorzieht, die Elemente in anderer Gestalt zu haben. Das ist in der Regel der Fall.

**Umformung der Elemente.** Wir erhalten die Elemente zunächst in der Form:

$$1. x_0' y_0' q_0'; p_0' \sin \nu; p_0' \cos \nu \text{ für } h = 1.$$

Diese formen wir zunächst um in:

$$2. x_0' y_0' p_0' q_0' \dots \nu \text{ für } h = 1 \text{ (Elemente der Projection).}$$

Wir können jetzt  $r_0$  berechnen (S. 72, 79, 85) und darnach bilden:

$$3. x_0 y_0 p_0 q_0 \dots \nu \text{ für } r_0 = 1.$$

Ferner:

$$4. p_0 q_0 (r_0 = 1) \lambda \mu \nu, \text{ diese nennen wir vorzugsweise die Polarelemente.}$$

Statt deren bevorzugt man derzeit in der Regel die Linearelemente. Es entsteht deshalb oft noch die Aufgabe der Umformung in:

$$\begin{array}{l} 5. a_0 b_0 c_0 = 1 \quad \alpha \beta \gamma \\ \text{oder} \quad a : 1 : c \quad \alpha \beta \gamma \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 5. a_0 b_0 c_0 = 1 \\ a : 1 : c \end{array}} \right\} \text{ die Linearelemente.}$$

Wenn man auch mit den Linearelementen nicht mehr rechnet, so braucht man sie doch zum Vergleich mit den Publikationen.

**Berechnung von  $x_0'$  und  $p_0' \sin \nu$  aus den  $x'$  nach der Formel:**

$$x' = x_0' + pp_0' \sin \nu.$$

Wir ordnen die Werte nach dem graphisch bestimmten Symbol (Tab. I, Col. 3) und fassen die mit gleichem  $p$  je zu einer Gruppe zusammen. Aus den schwankenden  $x'$ , die innerhalb jeder Gruppe gleich sein sollten, bilden wir die Mittelwerte. Die  $x'$  entnehmen wir aus Tab. I, Col. 14.

(Hierher gehört die Tabelle auf S. 84 oben.)

Wir haben jetzt so viele Bestimmungsgleichungen als Gruppen zur Berechnung der zwei Unbekannten  $x_0'$  und  $p_0' \sin \nu$ . Aus je zwei derselben lassen sich die Unbekannten berechnen. Solcher Gruppen gibt es immer nur wenige und man kann keine feste Regel geben, wie man sie paarweise zusammenfassen soll. Man macht das von Fall zu Fall passend in vernünftiger Weise, so daß das Beste am meisten verwendet wird.

Beispiel: Anorthit.

Journal-Nr.	Buchst.	Symb.	$p$	$x' = x_0' + p p_0' \sin \nu$
7	$n$	02	0	0,4857
8	$P$	0	.	0,4862
9	$e$	02	.	0,4853
40	$r$	06	.	9,4853
				Mittel: 0,4856 = $x_0'$
44	$p$	14	1	0,4776
42	$o$	1	.	0,4766
43	$x$	10	.	0,4770
				Mittel: 0,4774 = $x_0' - p_0' \sin \nu$
45	$y$	20	2	1,4387
46	$w$	24	.	1,4377
				Mittel: 1,4382 = $x_0' - 2p_0' \sin \nu$

Die Zone 0q liefert unmittelbar:

$$x_0' = 0,4856.$$

Aus den beiden anderen Gleichungen berechnet sich:

$$x_0' = 0,4840.$$

Beide Bestimmungen sind nicht gleichwertig und es fragt sich, mit welchem Gewicht man sie einführen soll zur Bildung des Mittelwerts. Hierin liegt eine Willkür, die nicht zu vermeiden ist. Es dürfte den Verhältnissen entsprechen, den ersten Wert mit dem doppelten Gewicht einzuführen. So berechnet sich:

$$x_0' = \frac{1}{3}(2 \times 0,4856 + 0,4840) = 0,4851. \quad (\text{Aus 9 Werten.})$$

 Durch Einsetzen von  $x_0'$  ergibt sich:

$$\left. \begin{aligned} p_0' \sin \nu &= 0,4851 + 0,4776 = 0,9629 \\ &= 0,4851 + 0,4766 = 0,9617 \\ &= 0,4851 + 0,4770 = 0,9621 \\ &= \frac{1}{2}(0,4851 + 1,4387) = 0,9619 \\ &= \frac{1}{2}(0,4851 + 1,4387) = 0,9614 \end{aligned} \right\} \text{Mittel: } p_0' \sin \nu = 0,9619 \quad (\text{aus 5 Werten}).$$

 Berechnung von  $y_0'$ ,  $q_0'$ ,  $p_0' \cos \nu$  aus den  $y'$  nach der Formel:

$$y' = y_0' + q q_0' + p p_0' \cos \nu.$$

 Wir fassen wieder die Werte mit gleichem  $p$  zu je einer Gruppe zusammen:

Nr.	Bchst.	Symb.	$y' = y_0' + q q_0' + p p_0' \cos \nu$	$y_0'$ eingesetzt	$y_0'$ und $q_0'$ eingesetzt
7	$n$	02	1,0224 = $y_0' + 2q_0'$	1,4034 = $-2q_0'$	—
8	$P$	0	0,0344 = $y_0'$	—	—
9	$e$	02	1,4844 = $y_0' + 2q_0'$	1,4033 = $2q_0'$	—
40	$r$	06	3,3963 = $y_0' + 2q_0'$	3,3152 = $6q_0'$	—
44	$p$	14	0,5828 = $y_0' + q_0' - p_0' \cos \nu$	0,5047 = $q_0' - p_0' \cos \nu$	0,0497 = $p_0' \cos \nu$
42	$o$	1	0,5204 = $y_0' - q_0' - p_0' \cos \nu$	0,6044 = $-q_0' - p_0' \cos \nu$	0,0496 = $p_0' \cos \nu$
43	$x$	10	0,0308 = $y_0' + 0 - p_0' \cos \nu$	0,0502 = $0 - p_0' \cos \nu$	0,0502 = $p_0' \cos \nu$
45	$y$	20	0,0180 = $y_0' + 0 - 2p_0' \cos \nu$	0,0990 = $0 - 2p_0' \cos \nu$	0,0990 = $2p_0' \cos \nu$
46	$w$	24	2,1860 = $y_0' + 4q_0' - 2p_0' \cos \nu$	2,1049 = $4q_0' - 2p_0' \cos \nu$	0,1010 = $2p_0' \cos \nu$

$y_0'$  kommt in jeder Gleichung vor. Es ist durch die meisten Werte und daher am zuverlässigsten bestimmt. Wir berechnen deshalb zuerst  $y_0'$  und setzen es in die Gleichungen ein. In den so erhaltenen Gleichungen ist  $q_0'$  durch die meisten Werte bestimmt. Wir berechnen jetzt  $q_0'$  und setzen es ein. Dadurch erhalten wir zuletzt  $p_0' \cos \nu$ .

Ausrechnung von $y_0'$ :		Ausrechnung von $q_0'$ :	
aus 8:	$y_0' = 0,0844$	aus 7:	$q_0' = 0,5516$
- 7, 9:	0,0844	- 9:	0,5517
- 7, 10:	0,0825	- 10:	0,5525
- 9, 10:	0,0784	- 11, 12:	0,5514
- 13, 15:	0,0796	- 12, 16:	0,5512
- 11, 12, 16:	0,0835	- 11, 16:	0,5507
Mittel: $y_0' = 0,0810$		Mittel: $q_0' = 0,5515$	

Ausrechnung von  $p_0' \cos \nu$ :

aus 11:	$p_0' \cos \nu = 0,0497$
- 12:	0,0496
- 13:	0,0502
- 15:	0,0495
- 16:	0,0505

Mittel:  $p_0' \cos \nu = 0,0499$

Jetzt haben wir für den Anorthit die fünf Elemente in der ersten Form:

$$\begin{array}{lll} x_0' = 0,4854 & q_0' = 0,5515 & p_0' \sin \nu = 0,9649 \\ y_0' = 0,0810 & & p_0' \cos \nu = 0,0499 \end{array}$$

Umformung der Elemente. Berechnung von  $p_0'$  und  $\nu$  aus  $p_0' \sin \nu$  und  $p_0' \cos \nu$ . Das ist sehr einfach. Es ist:

$$\operatorname{tg} \nu = \frac{p_0' \sin \nu}{p_0' \cos \nu} = \frac{0,9649}{0,0499}; \quad \nu = 87^\circ 1,6'.$$

Dies eingesetzt

$$\left. \begin{array}{l} \text{in } p_0' \sin \nu \text{ gibt: } p_0' \sin 87^\circ 1,6' = 0,9649 \\ \text{oder in } p_0' \cos \nu \text{ : } p_0' \cos 87^\circ 1,6' = 0,0499 \end{array} \right\} \text{woraus } p_0' = 0,9632.$$

Wir haben jetzt die Elemente in der zweiten Form:

$$\begin{array}{lll} p_0' = 0,9632 & x_0' = 0,4854 & \nu = 87^\circ 1,6' \\ q_0' = 0,5515 & y_0' = 0,0810 & \end{array}$$

Berechnung von  $\frac{p_0}{q_0}$  und  $\nu$  aus den Prismen. Aus Fig. 7 können wir ablesen:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{p p_0 \sin \nu}{q q_0 + p p_0 \cos \nu},$$

das wir auch schreiben können:





$$\left. \begin{aligned} A \operatorname{ctg} \varphi_1 &= \frac{q_1}{p_1} + B \\ A \operatorname{ctg} \varphi_2 &= \frac{q_2}{p_2} + B \end{aligned} \right\} \text{daraus folgt: } A = \frac{\frac{q_1}{p_1} - \frac{q_2}{p_2}}{\operatorname{ctg} \varphi_1 - \operatorname{ctg} \varphi_2}.$$

Durch Einsetzen des Mittels der gefundenen Werte für  $A$  in die Gleichung:

$$B = A \operatorname{ctg} \varphi_1 - \frac{q_1}{p_1} = A \operatorname{ctg} \varphi_2 - \frac{q_2}{p_2} = \dots$$

erhalten wir die Werte für  $B$  und nehmen aus ihnen das Mittel;

$$\text{aus } A = \frac{p_0}{q_0} \sin \nu \quad \text{und} \quad B = \frac{p_0}{q_0} \cos \nu,$$

berechnet sich:

$$\operatorname{tg} \nu = \frac{A}{B} \quad \text{und durch Einsetzen von } \nu: \frac{p_0}{q_0} = \frac{p_0'}{q_0'} = \frac{A}{\sin \nu} = \frac{B}{\cos \nu}.$$

Die Ausrechnung gestaltet sich praktisch einfacher als die Formeln vermuten lassen.

Schema und Beispiel. Anorthit.

1	2	3	4	5	6
Symb.	$\varphi$	$\frac{q}{p}$	$\operatorname{ctg} \varphi$	$\frac{\frac{q_1}{p_1} - \frac{q_2}{p_2}}{\operatorname{ctg} \varphi_1 - \operatorname{ctg} \varphi_2} = A$	$A \operatorname{ctg} \varphi - \frac{q}{p} = B$
$\infty$	58° 0'	1	0,6249	$\left. \begin{aligned} \frac{2}{4,464} &= \frac{1}{0,5732} \\ -4 &= \frac{1}{0,5734} \\ -2,2938 &= \frac{1}{0,5733} \\ \frac{6}{3,4399} &= \frac{1}{0,5733} \\ -3 &= \frac{1}{0,5733} \\ -4,7200 &= \frac{1}{0,5733} \end{aligned} \right\}$	$\frac{0,6249}{0,5733} - 1 = \frac{0,0516}{0,5733}$
$\infty \infty$	447 32'	$\bar{1}$	$\bar{0},5215$		$\frac{0,5215}{0,5733} + 1 = \frac{0,0518}{0,5733}$
$\infty 3$	29 26	3	1,7723		$\frac{1,7723}{0,5733} - 3 = \frac{0,0524}{0,5733}$
$\infty \bar{3}$	449 3	$\bar{3}$	$\bar{1},6676$		$\frac{1,6676}{0,5733} + 3 = \frac{0,0523}{0,5733}$
.					$\frac{0,0524}{0,5733} - 0 = \frac{0,0524}{0,5733}$
$\infty 0$	87 0	0	0,0524		

Aus Col. 5 ergibt sich als Mittel:  $A = \frac{p_0}{q_0} \sin \nu = \frac{1}{0,5733}$ .

Dies eingesetzt gibt die Werte von Col. 6.

Aus Col. 6 ergibt sich als Mittel:  $B = \frac{p_0}{q_0} \cos \nu = \frac{0,0524}{0,5733}$ .

daraus  $\frac{A}{B} = \operatorname{ctg} \nu = 0,0524$ ;  $\nu = 87^\circ 1'$ .

Daraus ferner:  $\frac{p_0}{q_0} = \frac{1}{0,5733 \cdot \sin 87^\circ 1'} = \frac{0,0524}{0,5733 \cos 87^\circ 1'} = 1,7467$ .

**Ausgleich zwischen  $p q \nu$  aus Terminalflächen und Prismen.**

Wir fanden aus den Terminalflächen:  $\nu = 87^\circ 4,6'$ ,  
 aus den Prismen:  $\nu = 87^\circ 4,0'$ .

Die Übereinstimmung ist sehr gut. Wir setzen  $\nu = 87^\circ 4,3'$  oder rund:  $\nu = 87^\circ 1'$ .

**Ausgleich von  $p_0'$  und  $q_0'1$ ).**

Aus den Terminalflächen fanden wir:  $\frac{p_0'}{q_0'} = \frac{0,9632}{0,5515} = 1,7465$ ,

aus den Prismen:  $\frac{p_0'}{q_0'} = \dots = 1,7467$ .

Die Übereinstimmung ist so vollkommen, daß eine Correctur nicht nötig ist. Sie ist ein Zeichen großer Genauigkeit der Ausbildung, Messung und Rechnung. Ist die Übereinstimmung nicht so gut, so ist ein Ausgleich erforderlich. Er kann auf folgende Weise geschehen:

Hätten wir z. B. aus den Prismen erhalten:  $p_0': q_0' = 1,7455$ , aus den Terminalflächen 1,7465 und legen wir beiden Bestimmungen gleiches Gewicht bei, so wäre der beste Mittelwert 1,7460. Nun müßten aber auch  $p_0'$  und  $q_0'$  in Übereinstimmung mit diesem Mittelwert gebracht werden. Sind  $p_0'$  und  $q_0'$  als gleich gut bestimmt anzusehen, so macht man die Correctur so, daß die Summe  $p_0' + q_0'$  dieselbe bleibt und  $p_0': q_0'$  gleich dem gewünschten Mittel 1,7460 wird. Dann ist:

$$\left. \begin{array}{l} p_0' + q_0' = 0,9632 + 0,5515 = 1,5147 \\ p_0': q_0' = 1,7460 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{woraus folgt: } p_0' = 0,9634 \\ \text{(corrigiert) } q_0' = 0,5516 \end{array}$$

Sind  $p_0'$  und  $q_0'$  nicht gleich gut, sondern eines z. B.  $p_0'$  gut,  $q_0'$  dagegen unsicher, so hält man das sichere fest und corrigiert das unsichere durch das ausgeglichene Verhältnis  $p_0': q_0'$ .

**Verschiedene Formen der Elemente.** Die fünf unabhängigen Größen (Elemente), die einen triklinen Krystall definieren, können verschieden gewählt werden. Fünf solcher Formen wurden bereits oben S. 80 angegeben und die ersten beiden ausgerechnet. Es bleibt noch die Aufgabe, die übrigen drei Formen der Elemente auszurechnen. Nämlich:

$$\begin{array}{ll} 3. p_0 q_0 (r_0 = 1) x_0 y_0 \nu & \\ 4. p_0 q_0 (r_0 = 1) \lambda \mu \nu & \text{(Polarelemente)} \\ 5. a_0 b_0 (c_0 = 1) \alpha \beta \gamma & \\ \text{oder } a : 1 : c & \alpha \beta \gamma \} \text{(Linearelemente).} \end{array}$$

Dies möge nun geschehen.

3. Berechnung von  $p_0 q_0 (r_0 = 1) x_0 y_0$  aus  $p_0' q_0' x_0' y_0' (h = 1)$ . Sollen diese Längen statt durch  $h$  als Einheit durch  $r_0$  als Einheit ausgemessen, d. h. dividiert werden, so heißt das, sie sollen mit  $h : r_0$  multipliciert werden. Es ist aber, wie S. 79 gezeigt:

4) Vgl. diese Zeitschr. 1898, 30, 287.

$$\frac{h}{r_0} = \cos \varrho_0, \quad \text{wobei } \operatorname{tg} \varrho_0 = \frac{x_0'}{\sin \delta}; \quad \operatorname{tg} \delta = \frac{x_0'}{y_0},$$

oder

$$d' = \operatorname{tg} \varrho_0 = \sqrt{(x_0')^2 + (y_0')^2}.$$

$$\begin{aligned} \text{Danach ist: } p_0 &= p_0' \cos \varrho_0 & x_0 &= x_0' \cos \varrho_0, \\ q_0 &= q_0' \cos \varrho_0 & y_0 &= y_0' \cos \varrho_0. \end{aligned}$$

Ausrechnung (Anorthit). Wir setzen die gefundenen Werte ein und erhalten:

$$\operatorname{tg} \delta_0 = \frac{x_0'}{y_0'} = \frac{0,4854}{0,0840}. \quad \text{Daraus } \delta = 80^\circ 34'.$$

(Gemessen für die Fläche  $P = 0$ :  $\varphi = 80^\circ 32'$ .)

$$\operatorname{tg} \varrho_0 = \frac{x_0'}{\sin \delta} = \frac{0,4854}{\sin 80^\circ 34'}. \quad \text{Daraus } \varrho_0 = 26^\circ 42'.$$

(Gemessen für die Fläche  $P = 0$ :  $\varrho = 26^\circ 44'$ .)

Diesen Wert  $\varrho_0$  eingesetzt erhalten wir:

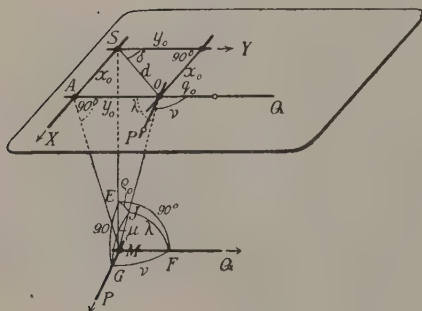
$$p_0 = p_0' \cos \varrho_0 = 0,9632 \cdot \cos 26^\circ 42' = 0,8643.$$

$$q_0 = q_0' \cos \varrho_0 = 0,5545 \cos 26^\circ 42' = 0,4949$$

$$x_0 = x_0' \cos \varrho_0 = 0,4854 \cos 26^\circ 42' = 0,4353$$

$$y_0 = y_0' \cos \varrho_0 = 0,0840 \cos 26^\circ 42' = 0,0727.$$

Fig. 8.



4. Berechnung der Polarelemente  $p_0 q_0$  ( $r_0 = 1$ )  $\lambda \mu \nu$ . Von diesen haben wir  $\lambda \mu$  auszurechnen<sup>1)</sup>. Aus  $\triangle A M O$ , Fig. 8, ist ersichtlich:

$$\cos \lambda = \frac{y_0}{r_0} = y_0 \quad \text{für } r_0 = 1$$

$$= 0,0727 \text{ (Anorthit);}$$

$$\lambda = 85^\circ 50'.$$

Es ist aber:

$$x_0 = y_0 \operatorname{tg} \delta = \cos \lambda \operatorname{tg} \delta.$$

Ferner ergibt sich aus den rechtseitigen sphärischen Dreiecken  $JEF$  und  $JEG$  (Fig. 8):

$$\left. \begin{aligned} \sin \varrho_0 &= \frac{\cos \lambda}{\cos \delta} \\ \sin \varrho_0 &= \frac{\cos \mu}{\cos (\nu - \delta)} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \frac{\cos \mu}{\cos \lambda} &= \frac{\cos (\nu - \delta)}{\cos \delta} = \frac{\cos \nu \cos \delta + \sin \nu \sin \delta}{\cos \delta} \\ &= \cos \nu + \sin \nu \operatorname{tg} \delta, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos \mu &= \cos \lambda \cos \nu + \cos \lambda \sin \nu \operatorname{tg} \delta = y_0 \cos \nu + x_0 \sin \nu \\ &= 0,0727 \cos 87^\circ 41' + 0,4353 \sin 87^\circ 41' = 0,4385 \end{aligned}$$

$$\mu = 63^\circ 59'. \quad \text{(Anorthit.)}$$

<sup>1)</sup> Gdt. Index 4886, 1, 79.

## 5. Berechnung der Linearelemente aus den Polarelementen.

 Gegeben:  $p_0 q_0$  ( $r_0 = 1$ )  $\lambda \mu \nu$ 

 Gesucht:  $a_0 b_0$  ( $c_0 = 1$ )  $\alpha \beta \gamma$  oder:  $a : 4 : c$   $\alpha \beta \gamma$ .

 Die Fundamentalgleichung zwischen den linearen und polaren Elementen lautet<sup>1)</sup>:

$$p_0 : q_0 : r_0 = \frac{\sin \lambda}{a_0} : \frac{\sin \mu}{b_0} : \frac{\sin \nu}{c_0},$$

woraus folgt:

$$\frac{p_0}{r_0} = \frac{\sin \lambda}{a_0} \cdot \frac{c_0}{\sin \nu}; \quad \frac{q_0}{r_0} = \frac{\sin \mu}{b_0} \cdot \frac{c_0}{\sin \nu}.$$

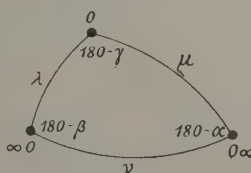
 Setzen wir jetzt:  $r_0 = 1$  und  $c_0 = 1$ , so finden wir die Längenelemente  $a_0 b_0$  nach den Formeln:

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{\sin \lambda}{p_0 \sin \nu}; & b_0 &= \frac{\sin \mu}{q_0 \sin \nu} \\ &= \frac{\sin 85^\circ 50'}{0,8643 \sin 87^\circ 41'} = 1,1555 & &= \frac{\sin 63^\circ 59'}{0,4949 \sin 87^\circ 41'} = 1,8184. \end{aligned}$$

 Aus  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,1555 : 1,8184 : 1 = a : 4 : c$  folgt:  
 $a : 4 : c = 0,6354 : 1 : 0,5500$ 

 In dem sphärischen Dreieck (Fig. 9) mit den Seiten  $\lambda \mu \nu$  sind die Winkel  $180^\circ - \alpha$ ;  $180^\circ - \beta$ ;  $180^\circ - \gamma$ . Die Berechnung von  $\alpha \beta \gamma$  und  $\lambda \mu \nu$  ist also nichts anderes, als die Berechnung der Winkel eines schiefwinkligen sphärischen Dreiecks, von dem die Seiten gegeben sind. Am besten benutzt man hierbei das folgende Schema<sup>2)</sup>.

Fig. 9.


 Schema. Zur Berechnung von  $\alpha \beta \gamma$  aus  $\lambda \mu \nu$ .

	4	2	3	4	5	6	7	8	9
1	$\lambda$	$\sigma - \lambda$	$\lg \sin(\sigma - \lambda)$	24—34	$\lg \sin \lambda$	52+53	44—64	$\lg \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{71}{2}$	$\alpha$
2	$\mu$	$\sigma - \mu$	$\lg \sin(\sigma - \mu)$	24—32	$\lg \sin \mu$	54+53	42—62	$\lg \sin \frac{\beta}{2} = \frac{72}{2}$	$\beta$
3	$\nu$	$\sigma - \nu$	$\lg \sin(\sigma - \nu)$	24—33	$\lg \sin \nu$	54+52	43—63	$\lg \sin \frac{\gamma}{2} = \frac{73}{2}$	$\gamma$
4	$\sigma$	$\lg \sin \sigma$	$\sigma = \frac{1}{2}(\lambda + \mu + \nu)$						

Zur Controle dient der Sinussatz:

$$\sin \alpha : \sin \beta : \sin \gamma = \sin \lambda : \sin \mu : \sin \nu.$$

1) Index 1, 8 ff.

2) Index 1, 84. Es ist hier mit einer kleinen Verkürzung und Umstellung wiedergegeben.



## Beispiel. Anorthit.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	85°50'	32°35'	973424	967565	999885	995304	972264	986432	93°43'
2	63 59	54 26	991033	985457	995360	999826	985634	992816	115 54
3	87 4	31 24	974685	966409	999944	995245	970864	985432	94 48
4	118 25	994424							

## Zusammenstellung.

Elemente der Projection:

$$p_0' = 0,9632 \quad x_0' = 0,4854 \quad \nu = 87^{\circ}4'$$

$$q_0' = 0,5545 \quad y_0' = 0,0840 \quad h = 1$$

Polarelemente:

Hilfselemente:

$$p_0 = 0,8643 \quad \lambda\mu\nu = 85^{\circ}50'; 63^{\circ}59'; 87^{\circ}4' \quad x_0 = 0,4353 \quad \delta = 80^{\circ}34'$$

$$q_0 = 0,4949 \quad r_0 = 1 \quad y_0 = 0,0727$$

Linearelemente:

$$a_0 = 1,1554 \quad \alpha\beta\gamma = 93^{\circ}43'; 115^{\circ}54'; 94^{\circ}48'$$

$$b_0 = 1,8184 \quad c_0 = 1 \quad a : 4 : c = 0,6354 : 1 : 0,5500.$$

**Berechnung der Winkeltabelle.** Sind für eine Krystallart die Elemente neu oder für eine bekannte Krystallart wesentlich besser als bisher bestimmt, so empfiehlt sich die Ausrechnung einer Winkeltabelle für die bekannten Formen der Krystallart. Die für diese Berechnung erforderlichen Formeln, Schemas und Beispiele finden sich Gdt. Winkeltabellen 1897, S. 12 flgde.

Für **Aufstellung des Krystalls** schließt man sich bei einer bekannten Krystallart den Vorgängern an, wenn nicht ein wesentlicher Grund zur Änderung vorliegt. Finden sich in der Literatur mehrere Aufstellungen, so dürfte es sich bei Mineralien empfehlen, die in Gdt.s Winkeltabellen gegebene Aufstellung anzunehmen, da man hierfür die Winkel bereits berechnet und aus der Beobachtung vergleichbar vorfindet.

Für eine neue Krystallart ist die Wahl der Aufstellung frei. Am liebsten macht man da die flächenreichste und best ausgebildete Zone zur Prismenzone und sucht als Pinakoide  $0 \cdot 0 \infty \cdot \infty 0$  drei gut entwickelte Flächen aus, die möglichst senkrecht auf einander stehen und von denen zwei der gewählten Prismenzone angehören. Der Krystall wird dann mit Vorliebe so aufgestellt, daß die Basis (0) nach vorn rechts abfällt. Auch wählt man gern  $\lambda\mu\nu < 90^{\circ}$ . Das ist nicht immer tunlich.

**Obere und untere Krystallhälfte.** Beim Vergleich der Messungen an mehreren Krystallen derselben Art hat man zu beachten, daß das obere und das untere Ende ungleiche Projectionsbilder liefern. Beide verhalten sich wie Bild und Spiegelbild. Die Poldistanzen  $\varrho$  sind die gleichen. Auch

die Winkel  $\varphi$  sind für die gleichen Formen die gleichen, sie folgen jedoch im Bild der unteren Krystallfläche im umgekehrten Sinn als in dem der oberen. Ebenso die Winkel  $\nu$ . Auch die  $q$  und  $y$  zählen in umgekehrter Richtung. Fig. 40 und 41 zeigen die beiden Bilder.

Fig. 10.  
Gnomonische Projection.  
Oberes Ende.

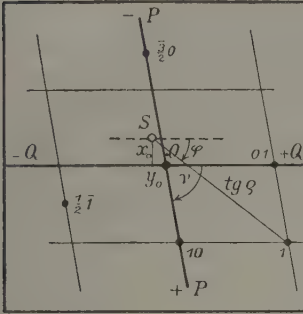
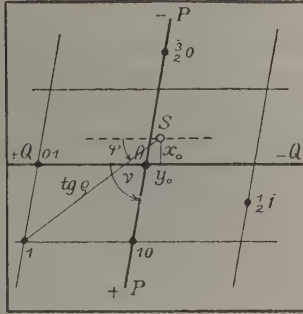


Fig. 14.  
Gnomonische Projection.  
Unteres Ende.



Die Elemente fallen verschieden aus, wenn wir das untere Ende eines triklinen Krystalls zum oberen machen. Wir erhalten dann:

$$\begin{array}{ll} 180^\circ - \mu & \text{statt } \mu \\ 180^\circ - \nu & \text{statt } \nu \\ & - y_0 \text{ statt } y_0. \end{array}$$

Auch die Symbole ändern sich. Wir erhalten:

$p\bar{q}$  statt  $pq$ .

Fig. 42.

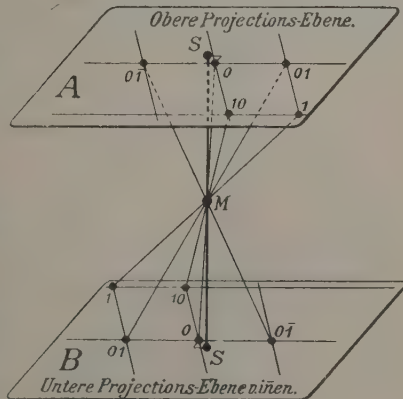


Fig. 12 soll den Zusammenhang der beiden Bilder anschaulich machen. Sie zeigt die obere Projectionsebene ( $A$ ) mit der man gewöhnlich arbeitet und die untere ( $B$ ). Die Linien vom Kristallmittelpunkt  $M$  nach den Projectiionspunkten in  $A$  sind die Flächennormalen. Nach unten verlängert bis zum Durchstich mit  $B$  geben sie die Projectiionspunkte der Gegenflächen. Diese bilden ein Punktbild, das, von innen (oben) gesehen, dem oberen gleich ist.

Wir denken uns nun die Ebene  $B$  aus durchsichtigem Material bestehend, so daß man das Bild auf derselben auch von unten (außen)

betrachten kann. Dabei bleibt das Bild unverändert, es ändert sich nur der Ort des Beschauers. Von unten gesehen ist das Bild auf  $B$  das Projectionsbild des unteren Krystallendes.

Um bequem aus einem Projectionsbild das des anderen Endes mit den gleichen Formen zu construieren, sticht man die Punkte auf die Rückseite des Papiers durch oder man hält das Papier gegen das Licht, so daß es durchscheinend wird und zeichnet die Linien und Punkte auf die Rückseite des Papiers durch.

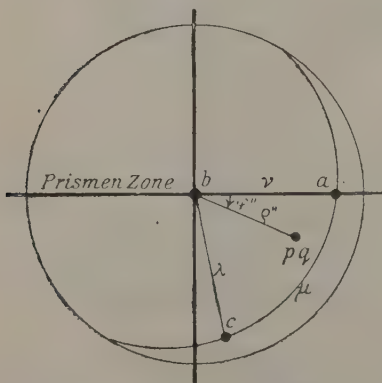
Der Gegensatz zwischen beiden Krystallenden ist speciell dem triklinen System eigentümlich. Er wird leicht übersehen, da man nicht oft mit triklinen Krystallen arbeitet. Er wurde besonders hervorgehoben, weil er erfahrungsgemäß zu Verlegenheiten führt, wenn er nicht beachtet wird; so beim Vergleich der Elemente und Symbole und bei Benutzung der Winkeltabelle. Hat man das untere Ende gemessen und denkt nicht an dieses Verhalten, so glaubt man andere Elemente, andere Winkel, andere Formen vor sich zu haben, vielleicht eine andere Krystallart.

Auch bei manchen Hemiëdrien und Hemimorphien höherer Krystallsysteme ist auf diesen Gegensatz Rücksicht zu nehmen.

Will man zur Krystallberechnung die oben und unten gemessenen Winkel eines beiderseits ausgebildeten Krystalls zugleich benutzen, so hat man für jedes Ende selbständig und mit gleicher Sorgfalt das  $v_0$  zu bestimmen. Man rechnet mit dem unteren Ende wie mit dem oberen. Dabei kann man beide Enden getrennt behandeln oder vereinigen. Letzteres ist manchmal nötig, wenn der Krystall wenig Formen hat. Die Vereinigung geschieht, indem man statt der unteren Fläche ihre obere Gegenfläche

einsetzt.

Fig. 43.



Man bildet zu diesem Zweck für die unteren Flächen:

$$\varphi = v_0 - v \text{ statt: } \varphi = v - v_0.$$

Dann kann man die Winkel  $\varphi$  beider Enden zum Zweck der Rechnung mischen.

Will man graphisch die unteren Flächen durch ihre Gegenflächen ersetzen, die Messungen des unteren Endes in das obere Projectionsbild bringen, so hat man die  $v$  und  $\varphi$  im umgekehrten Sinn des Uhrzeigers aufzutragen, resp. zu zählen.

**Krystallberechnung für Messung mit  $b = 0\infty$  als Pol.** Hat man durch vorläufige Messung die Prismenzone ermittelt, so ist es in der Regel am

besten, nach dieser aufs Neue den Krystall polar zu stellen und durchzumessen. Will man das nicht, sondern zieht vor, mit  $b = 0\infty$  als Polfläche zu messen, so kann man folgendermaßen rechnen:

Man legt den Meridian 0 durch  $b$  und die Primenzone. Dadurch erhält man den Wert  $v_0$ . Aus den Ablesungen  $v/h$  und der Polstellung des Instruments  $h_0$  erhält man dann:

$$\varphi'' = v - v_0; \quad \varrho'' = h - h_0.$$

Hieraus berechnen sich die Coordinaten in normaler Projection:

$$x = \operatorname{ctg} \varphi''; \quad y = \frac{1}{\sin \varphi'' \operatorname{tg} \varrho''}; \quad \text{für } h = 1.$$

Von da ab ist die Berechnung wieder dieselbe.

Beweis. Es sind die Coordinaten eines Punktes  $pq$  in Aufstellung  $b$

$$x'' = \sin \varphi'' \operatorname{tg} \varrho''; \quad y'' = \cos \varphi'' \operatorname{tg} \varrho''.$$

Soll nun normale Aufstellung sein, d. h.:  $b = 0\infty$  werden, so hat man bei Vertauschung der rechtwinkligen Axen wie in W.T. S. 7 angegeben:

$$x'' y'' 1 \text{ (Aufst. } b) \text{ wird zu } y'' 1 x'' \text{ (Aufst. } c) = \frac{y''}{x''} \cdot \frac{1}{x''} \cdot 1 \text{ (Aufst. } c) = x y 1 \text{ (} c).$$

$$\text{Das heißt es ist: } x = \frac{y''}{x''} = \frac{\cos \varphi'' \operatorname{tg} \varrho''}{\sin \varphi'' \operatorname{tg} \varrho''} = \operatorname{ctg} \varphi''$$

$$y = \frac{1}{x''} = \frac{1}{\sin \varphi'' \operatorname{tg} \varrho''} = \frac{\operatorname{ctg} \varrho''}{\sin \varphi''}.$$

## VI. Auszüge.

**1. A. de Schulten** (in Paris): **Untersuchungen über das Dicalciumphosphat. Künstliche Herstellung des Brushit. Herstellung des Monetit nach einer neuen Methode** (Bull. de la Soc. franç. d. Min. 1903, 26, 11—17).

Der Verf. erhält meßbare Krystalle von Brushit auf folgende Weise: 4 bis 2 l 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub> ige Essigsäure werden bei gewöhnlicher Temperatur mit gefälltem Dicalciumphosphat gesättigt und die filtrierte Lösung der spontanen Verdunstung überlassen. Die gebildeten Krystalle werden zunächst mit wasserfreier Essigsäure, darauf mit Alkohol und Äther gewaschen. Läßt man die phosphorsaure Lösung des Dicalciumphosphates in Berührung mit dem noch ungelösten Rest dieses Salzes, so bilden sich ebenfalls durch Umwandlung dieses Restes größere Krystalle, welche aber weniger rein sind als die ersteren.

Die Zusammensetzung des künstlichen Brushit entspricht sehr gut seiner Formel  $HCaPO_4 \cdot 2H_2O$ ; er bildet sehr dünne, nach {010} stark tafelige, monokline Kryställchen mit den Formen: {010}, {001}, {310}, {321}, {341}, von denen die beiden letzten für den Brushit neu sind; folgende Winkel wurden gemessen und berechnet (unter Zugrundelegung des an natürlichen Krystallen bestimmten Axenverhältnisses):

(010): (310)	= 78° 7' (gem.)	78° 20' (ber.)
(010): (321)	69 50	69 47
(010): (341)	56 2	55 49
(321): (310)	32 2	32 26
(321): (341)	99 53	99 30

Die Ebene der optischen Axen ist  $\perp$  {010} und eine Auslöschungsrichtung auf {010} bildet im stumpfen Winkel (001): (100), mit der Trace von {001} einen Winkel von ca. 23°. Das spec. Gewicht 2,317 (bei 15°) ist merklich höher als das von Dana angegebene spec. Gewicht des Brushit (2,208), stimmt aber gut mit dem spec. Gewicht des Metabrushit (2,30 bis 2,33 nach Lacroix). Da übrigens Metabrushit und Brushit in allen physikalischen Eigenschaften — die geometrischen konnten am Metabrushit nicht bestimmt werden — übereinstimmen, so hat Lacroix<sup>1)</sup> wohl recht, indem er die beiden Mineralien als identisch erklärt.

Die Brushitkrystalle bilden sich nur bei Temperaturen unter 50°; läßt man die Krystallisation bei einer über 50° gelegenen Temperatur vor sich gehen, so erhält man Krystalle von Monetit. Auch wenn man Phosphorsäure vom spec.

4) Diese Zeitschr. 31, 74.



Gewicht 1,05 auf Calcitpulver wirken läßt und die filtrierte Lösung auf dem Wasserbade erhitzt, oder im zugeschmolzenen Rohre nur während einiger Stunden einer über  $100^{\circ}$  gelegenen Temperatur ( $155^{\circ}$  oder  $260^{\circ}$ ) aussetzt, krystallisiert nur Monetit. Ferner gehen Brushitkrystalle, wenn man sie im zugeschmolzenen Rohre mit Wasser (0,5 g Brushit mit  $22\text{ cm}^3$  Wasser) auf  $150^{\circ}$  erhitzt, zum Teil in Monetit über.

Der Habitus der Monetitkrystalle ist verschieden von dem der früher vom Verf.<sup>1)</sup> beschriebenen Krystalle; sie sind tafelig nach  $\{100\}$  und gestreckt nach der Kante  $[(100):(1\bar{1}\bar{1})]$ .

Formen:  $\{100\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{1\bar{1}0\}$ ,  $\{101\}$ ,  $\{1\bar{1}\bar{1}\}$ ,  $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ .

Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$(1\bar{1}0):(100)$	$= 48^{\circ}48'$	$48^{\circ}52'$
$(101):(100)$	38 40	38 6
$(1\bar{1}0):(101)$	57 57	58 8
$(001):(100)$	76 ca.	76 16
$(001):(010)$	90 -	89 40
$(1\bar{1}\bar{1}):(100)$	64 53	65 0
$(\bar{1}11):(101)$	87 12	87 10
$(2\bar{1}\bar{1}):(100)$	40 9	40 6
$(2\bar{1}\bar{1}):(101)$	71 7	70 42

Eine Auslöschungsrichtung auf  $(100)$  ist der Kante  $[(100):(1\bar{1}\bar{1})]$  fast parallel.

Die chemische Zusammensetzung entspricht sehr gut den theoretischen Forderungen.

Ref.: F. Stöber.

**2. A. de Schulten** (in Paris): Untersuchungen über das Dicalciumarseniat. Künstliche Darstellung des Pharmakolith und des Haidingerit (Bull. de la Soc. franç. de Min. 1903, 26, 18—24).

Setzt man zu einer auf  $200\text{ cm}^3$  verdünnten, neutralen Lösung von 40 g  $\text{CaCO}_3$  in Salzsäure  $25\text{ cm}^3$  Salzsäure vom spec. Gew. 1,04 und darauf eine Lösung von 30 g  $\text{HNu}_2\text{AsO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$  in  $200\text{ cm}^3$  Wasser, so erhält man eine klare Flüssigkeit, aus der sich nach einiger Zeit reine, gut gebildete Krystalle von Pharmakolith absetzen. Der amorphe Niederschlag, den man durch Mischung einer Lösung von Dinatriumarseniat mit einer Lösung von Chlormalcium erhält, gibt ebenfalls infolge Umwandlung Pharmakolithkrystalle, wenn man ihn in Berührung mit der Lösung läßt und letzterer ein wenig  $\text{HCl}$  zusetzt; die Krystalle sind aber weniger schön als die ersteren.

Die Krystalle haben das spec. Gew. 2,754 bei  $15^{\circ}$ ; sie sind nach  $\{010\}$  tafelförmig und zeigen die Formen:  $\{010\}$ ,  $\{310\}$ ,  $\{011\}$ , seltener  $\{341\}$ ,  $\{321\}$ , von welchen  $\{341\}$  neu ist.

Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$(010):(310)$	$= 78^{\circ}30'$	$78^{\circ}34'$
$(010):(011)$	70 43	70 35
$(010):(\bar{3}21)$	69 53	69 43
$(310):(\bar{3}21)$	31 23	34 23
$(341):(010)$	56 12	56 0 <sup>2)</sup>
$(341):(\bar{3}10)$	52 37	52 34 <sup>2)</sup>

1) Diese Zeitschr. 37, 205.

2) Aus dem Axenverhältnis der natürlichen Krystalle berechnet.

Geht man von einer concentrirteren Lösung aus (z. B. 20 g  $\text{CaCO}_3$ , 60 g  $\text{HNa}_2\text{AsO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ , 60 g  $\text{HCl}$ ), so erhält man nach ungefähr 14 Tagen ein Gemenge von Pharmakolith- und Haidingeritkrystallen. Die letzteren Krystalle sind glänzend, durchsichtig und bis 3 mm lang; sie sind nach  $c$  gestreckt und begrenzt von den Formen  $\{010\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{011\}$ ,  $\{101\}$ . Größere, gut meßbare Krystalle von Haidingerit erhält man auf folgende Weise: Man löst 70 g  $\text{CaCO}_3$  in Salzsäure, fügt eine concentrirte Lösung von 248 g  $\text{HNa}_2\text{AsO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$  hinzu und verdünnt auf 4 l; darauf erhitzt man auf dem Wasserbade auf  $70^\circ$  und gibt unter starkem Umrühren so lange concentrirte Ammoniaklösung hinzu, bis ein kleiner bleibender Niederschlag entsteht. Endlich wird die Lösung filtrirt und auf dem Wasserbade bei  $50^\circ$  bis  $70^\circ$  tropfenweise mit einer 6procentigen Ammoniaklösung versetzt; man erhält so nach etwa 10 Tagen prismatische Krystalle von Haidingerit, welche bis 10 mm lang und 1 mm dick sind; tafelige Krystalle finden sich ebenfalls. Erhöht man die Temperatur bis etwa  $400^\circ$ , so bildet sich kein Haidingerit mehr.

Die chemische Zusammensetzung der Haidingeritkrystalle entspricht sehr gut der Formel  $\text{HCaAsO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; ihr spec. Gewicht ist 2,967 bei  $15^\circ$ ; sie sind nach  $\{010\}$  dicktafelförmig und nach der  $a$ -Axe gestreckt.

Axenverhältnis:  $a:b:c = 0,4273:1:0,4928$ .

Formen:  $\{010\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{011\}$ ,  $\{012\}$ ,  $\{120\}$ ,  $\{101\}$ ,  $\{121\}$ .

Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$(101):(101) =$	$98^\circ 9'$	—
$(011):(011)$	$52^\circ 28'$	—
$(120):(100)$	40 36	$40^\circ 34'$
$(012):(010)$	76 5	76 9 30"
$(121):(010)$	57 18	57 9
$(121):(100)$	50 32	50 36
$(121):(120)$	33 20	33 24
$(121):(011)$	42 42	42 48
$(121):(012)$	48 31	48 24

Ref.: F. Stöber.

**3. A. de Schulten (in Paris): Untersuchungen über das Dimagnesiumphosphat und Dimagnesiumarseniat. Künstliche Bildung des Newberyit** (Bull. de la Soc. franç. de Min. 1903, 26, 24—29).

Der Verf. berichtet zunächst einige Angaben Debrays<sup>1)</sup>; die Krystalle, denen Debray die Zusammensetzung  $\text{HMgPO}_4 + 4\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  zuschreibt, sind ein Gemenge des Phosphates  $\text{HMgPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  und des Newberyit ( $\text{HMgPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ).

Größere meßbare Krystalle von Newberyit kann man auf verschiedene Weise erhalten.

1) Man fügt zu 4,05 proc. Phosphorsäure so lange  $\text{MgCO}_3$ , bis die  $\text{CO}_2$ -Entwicklung fast verschwindet, läßt die erhaltene Flüssigkeit aufkochen und erhitzt endlich die filtrirte Lösung im zugeschmolzenen Rohre auf  $150^\circ$ ; es bilden sich so scharf begrenzte, meßbare, nach  $\{010\}$  tafelförmige Krystalle.

2) Eine heiß gesättigte Lösung von  $\text{HMgPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  in 25 proc. Essigsäure gibt, auf dem Wasserbade verdampft, ebenfalls sehr schöne Newberyitkrystalle, an denen aber die Form  $\{111\}$  vorherrscht; dieselben Krystalle erhält man bei spontaner Verdunstung dieser Lösung.

1) Ann. Chim. Phys. (3) 61, 449.

3) 60 g Ammoniummagnesiumphosphat werden in 4 l Wasser aufgerührt und in der Wärme so lange mit concentrirter Salzsäure versetzt, bis fast alles gelöst ist; die filtrirte Lösung wird auf dem Wasserbade im offenen Kolben erhitzt und dann tropfenweise mit 0,3 % iger Ammoniaklösung versetzt. Man erhält so nach etwa 14 Tagen bis 5 mm große, nach {100} abgeplattete Krystalle.

Die chemische Zusammensetzung der künstlichen Newberyitkrystalle entspricht fast genau der Formel  $HMgPO_4 \cdot 3H_2O$ ; ihr spec. Gew. ist 2,123 bei 15°; es wurden beobachtet: {111}, {010}, {100}, {001}, {102}, {101}.

Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
(111):(111) =	67° 30'	67° 31'
(111):(111)	71 7	71 11
(111):(111)	72 43	72 50
(111):(010)	56 16	56 14 30"
(111):(001)	53 39	53 35
(102):(102)	52 15	52 14
(102):(001)	26 13	26 7
(021):(010)	28 3	28 6 30

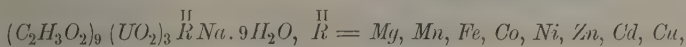
Die dem Newberyit entsprechende Arsenverbindung scheint nicht zu existieren; der Verf. hat versucht, dieselbe darzustellen, aber ohne Erfolg. Das einzige mit Newberyit isomorphe Salz ist  $HMnPO_4 \cdot 3H_2O$ , wie Haushofer<sup>1)</sup> gezeigt hat.

Ref.: F. Stöber.

4. P. Groth (in München): Über krystallographische Symbole (Bull. de la Soc. franç. de Min. 1903, 26, 54—56).

Für das Studium der Krystalstructure isomorpher Verbindungen muß man unbedingt die Forderung aufstellen, daß isomorphen Krystallen derselben Reihe dieselbe Aufstellung gegeben wird, und daß gleich gelegene Flächen auch gleiche Indices erhalten; dieser Forderung kann man nun bei Benutzung der Lévy- und Naumannschen Symbole nicht immer Genüge leisten. So hat sich z. B. Klobb<sup>2)</sup>, der sich der Lévy'schen Zeichen bedient, veranlaßt gesehen, den beiden isomorphen rhombischen Salzen  $SO_4Cl(Co \cdot 6NH_3) + 3H_2O$  und  $SeO_4Cl(Co \cdot 6NH_3) + 3H_2O$  eine verschiedene, um 90° um die Verticalaxe verdrehte Stellung zu geben, einfach weil der Winkel (110):(110) für die erstere Verbindung gleich 89° 55', also < 90°, für die zweite Verbindung dagegen gleich 90° 41', also > 90° ist; auf diese Weise erhalten zwei analoge Flächen die verschiedenen Zeichen  $e^{\frac{1}{2}}$  (für das Sulfat) und  $a^{\frac{1}{2}}$  (für das Seleniat).

In ganz ähnlicher Weise gibt Wyrouboff in seiner Untersuchung über einige Tripelacetate<sup>3)</sup> dem Cu-Salz der isomorphen monoklinen Reihe:



eine von der Aufstellung der übrigen Verbindungen verschiedene, um 180° um die Verticale verdrehte Stellung, weil er, der Lévy'schen Bezeichnungsweise folgend, vermeiden will, daß der Winkel  $\beta$  zwischen der nach vorn gerichteten  $a$ -Axe und der  $+c$ -Axe für das Cu-Salz kleiner als 90° sei (in der richtigen Stellung hat man für das Cu-Salz  $\beta = 89° 55'$  und für die anderen Salze

1) Ann. d. Chem. u. Pharm. 1878, 190, 205.

2) Diese Zeitschr. 37, 275.

3) Ebenda 37, 491.

$\beta = 90^{\circ} 9'$  bis  $90^{\circ} 13'$ ); so erhalten entsprechende Flächen für das *Cu*-Salz das Zeichen  $\alpha^2$ , für die anderen Salze dagegen  $\alpha^2$ .

Die Benutzung der Naumannschen Zeichen würde ähnliche, das vergleichende Studium der isomorphen Verbindungen erschwerende Inconsequenzen zur Folge haben. Es gibt nur eine Bezeichnungsweise, welche der gestellten Forderung vollauf genügt, die Whewell-Millersche. Ob dabei im rhombischen Systeme der nach vorn gerichtete Prismenwinkel stumpf oder spitz ist, ob im monoklinen Systeme der Winkel  $\beta >$  oder  $< 90^{\circ}$  ist, hat gar keine Bedeutung.

Ref.: F. Stöber.

**5. G. Wyrouboff** (in Paris): **Einige Worte in bezug auf die Notiz von Herrn Groth** (Bull. de la Soc. franç. de Min. 1903, 26, 57—58).

Der Verf. antwortet hier auf die kritischen Bemerkungen Groths (s. vor. Ausz.); er erklärt, daß die von Klobb und ihm selbst gewählte Aufstellung dem für die Aufstellung rhombischer und monokliner Krystalle allgemein angenommenen Gebrauche entspricht, daß dieser Gebrauch aber nicht durch die von ihnen benutzte Bezeichnungsweise bedingt ist.

Ref.: F. Stöber.

**6. A. de Schulten** (in Paris): **Untersuchungen über das Trimagnesiumphosphat und -arseniat. Künstliche Darstellung des Bobierrit und des Hörnesit** (Ebenda 84—86).

Setzt man eine vorher auf  $10^{\circ}$  abgekühlte Lösung von 20 g  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  in 2 l Wasser zu einer ebenfalls auf  $10^{\circ}$  abgekühlten Lösung von 19,4 g  $HNa_2PO_4 \cdot 12H_2O$  und 4,5 g doppeltkohlensaurem Natron in 1 l Wasser, und hält die Temperatur bis zum Beginn der Krystallisation auf  $10^{\circ}$ , so erhält man nach 24 Stunden einen Absatz von reinen Krystallen des Salzes  $Mg_3(PO_4)_2 \cdot 22H_2O$  (spec. Gew. 1,640 bei  $15^{\circ}$ ); verdünnt man aber das Gemisch der Lösungen noch mit 1 l Wasser und läßt die Krystallisation während längerer Zeit bei  $20^{\circ}$ — $25^{\circ}$  vor sich gehen, so bilden sich kleine Krystalle von Bobierrit [ $Mg_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ ]. Größere Krystalle von Bobierrit werden erhalten, wenn man zu einer auf dem Wasserbade in einem Kolben erhitzten Lösung von 3,7 g  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  in 1,5 l Wasser sehr langsam, tropfenweise, eine Lösung von 3,6 g  $HNa_2PO_4 \cdot 12H_2O$  und 0,8 g doppeltkohlensaurem Natron in 1 l Wasser setzt (das doppeltkohlens. Natron kann auch fortbleiben); es bilden sich so nach etwa 14 Tagen kleine bis 0,2 mm lange, nach der *c*-Axe prismatische Bobierritkrystalle  $\{010\} \cdot \{110\} \cdot \{111\}$ , deren Zusammensetzung fast genau der Formel  $(PO_4)_2 Mg_3 \cdot 8H_2O$  entspricht.

$$a : b : c = 0,76 : 1 : 0,74; \quad \beta = 106^{\circ} \text{ ca.}$$

Die gemessenen Winkel sind:

$$\begin{aligned} (110) : (\bar{1}\bar{1}0) &= 72^{\circ} \text{ ca.} \\ (\bar{1}\bar{1}1) : (010) &= 59 \quad - \end{aligned}$$

Kantenwinkel  $[(\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}\bar{1}1)] : [(110) : (\bar{1}\bar{1}0)] = 54^{\circ} \text{ ca.}$

Opt. +; Ebene der optischen Axen (010); eine Auslöschungsrichtung auf (010) bildet mit der *c*-Axe im spitzen Winkel  $[(\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}\bar{1}1)] : [(110) : (\bar{1}\bar{1}0)]$  einen Winkel von ungefähr  $34^{\circ}$ . Spec. Gew. 2,195 bei  $15^{\circ}$ .

Ersetzt man bei dem oben beschriebenen Verfahren das Dinatriumphosphat durch das Salz  $HNa_2AsO_4 \cdot 7H_2O$ , so erhält man ganz analoge Krystalle der

entsprechenden Arsenverbindungen  $Mg_3(AsO_4)_2 \cdot 22H_2O$  (spec. Gew. 1,788 bei 15°) und  $Mg_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$  (Hörnesit); die letzteren Krystalle sind prismatisch und bis 0,15 mm lang; spec. Gew. 2,477 bei 15°. Begrenzung und optische Eigenschaften gleich denjenigen des Bobierit.

Die Verbindungen  $Mg_3(AsO_4)_2 \cdot 10H_2O$  (Kinkelin)<sup>1)</sup> und  $Mg_3(AsO_4)_2 \cdot 7H_2O$  (Chevron und Droixbe)<sup>2)</sup> hat der Verf. nicht erhalten können.

Ref.: F. Stöber.

**7. A. de Schulten (in Paris): Künstliche Bildung des Erythrin, des Annabergit und des Chabrerit (Bull. de la Soc. franç. de Min. 1903, 26, 87—90).**

Mischt man sehr verdünnte Lösungen von Dinatriumarseniat und eines Kobaltsalzes, so bildet sich ein amorpher Niederschlag, welcher sich unter der Fällungsflüssigkeit allmählich in kleine, rosettenförmig gruppierte Erythrinkryställchen umwandelt. Größere meßbare Krystalle bilden sich, wenn man zu einer auf dem Wasserbade in einem Kolben erhitzten Lösung von 2 g wasserfreiem Kobaltsulfat in 3 l Wasser tropfenweise (12 Tropfen in der Minute) eine Lösung von 2 g  $HNa_2AsO_4 \cdot 7H_2O$  in 1 l Wasser setzt; nach etwa 40 Tagen erhält man einen Absatz von prismatischen bis 0,15 mm langen Erythrinkrystallen  $\{010\} \cdot \{110\} \cdot \{\bar{1}\bar{1}1\}$ . Kantenwinkel  $[(\bar{1}10) : (\bar{1}\bar{1}0)] : [(\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}1)] = 55^\circ$  ca.

Opt. —; Auslöschung auf  $\{010\}$  wie beim Bobierit.

Setzt man zu einer mit einem Tropfen  $H_2SO_4$  angesäuerten Lösung von 4 g  $NiSO_4 \cdot 7H_2O$  in 1 l Wasser, welche auf dem Wasserbade in einem Kolben erhitzt wird, tropfenweise, anfangs sehr langsam (1 Tropfen in der Minute), später etwas rascher, eine Lösung von 29 g  $HNa_2AsO_4 \cdot 7H_2O$  in 1 l Wasser, so erhält man nach 50 Tagen kleine (0,015 mm lange), klare Annabergitkryställchen; spec. Gew. 3,300 bei 15°; geometrische und optische Eigenschaften gleich denen des Erythrin.

Wird eine Lösung von 6 g  $HNa_2AsO_4 \cdot 7H_2O$  in 2 l Wasser in einem Kolben auf dem Wasserbade erhitzt und tropfenweise mit einer Lösung von 3,5 g  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  in 1 l Wasser versetzt, so schießen nach einigen Tagen sehr kleine Hörnesitkrystalle an; fügt man dann wiederholt von Zeit zu Zeit zu der  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ -Lösung 400 cm<sup>3</sup> einer Lösung von 4 g  $NiSO_4 \cdot 7H_2O$  in 1 l Wasser, so wachsen die Hörnesitkrystalle weiter und nehmen eine blaßgrüne Farbe an; dieselben sind prismatisch (0,12 mm lang) und haben nach 17 Tagen genau die Zusammensetzung  $Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$  [ $Mg_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$ ]<sub>3</sub>. Spec. Gew. 2,288 bei 15°. Geometrische und optische Eigenschaften gleich denen des künstlichen Hörnesit.

Ref.: F. Stöber.

**8. Derselbe: Künstliche Darstellung des Köttigit und des Adamin (Ebenda 94—94).**

Mischt man eine Lösung von 4,5 g  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  in 2 l Wasser mit einer Lösung von 3 g  $HNa_2AsO_4 \cdot 7H_2O$  in 1 l Wasser, so bildet sich ein amorpher Niederschlag, welcher sich unter der Fällungsflüssigkeit in etwa 8 Tagen vollständig in Köttigitkrystalle verwandelt; dieselben sind wasserklare, monokline Prismen von 0,3 mm Länge. Geometrische und optische Eigenschaften ähnlich denen des Bobierit. Spec. Gew. 3,309.

1) Gmelin, Handbuch d. Chem.

2) Bull. Acad. Roy. de Belg. 4888, 488.



Ein Teil des  $Zn$  kann durch  $Co$  vertreten werden, wenn man in der Lösung des Zinksalzes 4 g  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  durch 4 g  $CoCl_2 \cdot 6H_2O$  ersetzt. Erhitzt man die Kottigittkrystalle mit ihrer Mutterlauge auf dem Wasserbade, so verwandeln sich dieselben in Adamin; die so gebildeten Krystalle sind jedoch unrein. Reinere Krystalle bilden sich, wenn man eine mit einem Tropfen  $H_2SO_4$  versetzte Lösung von 4,5 g  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  in 2 l Wasser auf dem Wasserbade in einem Kolben erhitzt und dieselbe tropfenweise mit einer Lösung von 3 g  $HNa_2AsO_4 \cdot 7H_2O$  in 4 l Wasser versetzt; nach 3 Wochen erhält man so sehr kleine Krystalle, deren Zusammensetzung sehr gut der Formel  $AsO_4Zn[ZnOH]$  entspricht.

Wiederholt man das Verfahren mit dreimal größeren Mengen und bringt in die Lösung bei Beginn der Krystallisation eine gewisse Anzahl der vorher gebildeten kleinen Krystalle, so werden die Krystalle größer (bis 0,3 mm); sie sind nach der  $b$ -Axe gestreckt.  $\{101\} \cdot \{010\} \cdot \{120\}$ .

Winkel:	Gemessen:	Krystalle von Laurium:
$(101) : (\bar{1}01) =$	$72^\circ 13'$	$72^\circ 20'$
$(120) : (010)$	26 ca.	26 39

Opt. +; Ebene der optischen Axen  $\perp$   $(010)$ ; spec. Gew. 4,475 bei  $15^\circ$ .

Ref.: F. Stöber.

**9. A. de Schulten (in Paris): Untersuchungen über den künstlichen Struvit und Arsenstruvit. Gleichzeitige Darstellung des Struvit und des Newberyit, des Arsenstruvit und des Rösslerit** (Bull. de la Soc. franç. de Min. 1903, 26, 95—98).

Mischt man eine Lösung von 20 g  $H(NH_4)_2PO_4$ , 40 g Ammoniumsulfat und 12 g Phosphorsäure vom spec. Gew. 1,555 in 80 cm<sup>3</sup> Wasser, mit einer Lösung von 16 g  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  in 120 cm<sup>3</sup> Wasser, so erhält man nach 24 Stunden meßbare, bis 4,5 mm große Krystalle von Struvit. Läßt man aber die Struvitkrystalle in Berührung mit der Mutterlauge, so bilden sich kleine Krystalle von Newberyit. Man kann den Struvit und Newberyit auch gleichzeitig erhalten, wenn man die Magnesiumsulfatlösung concentrierter nimmt (28 g  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  in 70 cm<sup>3</sup> Wasser); bleiben die Krystalle hier wieder in Berührung mit der Mutterlauge, so wachsen die Newberyitkrystalle auf Kosten des Struvit.

Die Struvitkrystalle sind begrenzt von den Formen:  $\{010\}$ ,  $\{101\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{0\bar{2}1\}$ .

Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$(0\bar{2}1) : (0\bar{2}\bar{1}) =$	$122^\circ 39'$	$122^\circ 32'$
$(101) : (\bar{1}01)$	116 12	116 19
$(0\bar{2}1) : (101)$	104 51	104 40 30"

Opt. +; Ebene der optischen Axen  $\parallel$   $(001)$ ; Sp.-B.  $\perp$   $(010)$ . Spec. Gew. 4,714 bei  $15^\circ$ .

Setzt man zu einer Lösung von 20 g  $HNa_2AsO_4 \cdot 7H_2O$ , 20 g Ammoniumsulfat, 6 g Arsensäure vom spec. Gew. 1,350 in 80 cm<sup>3</sup> Wasser eine Lösung von 16 g  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  in 120 cm<sup>3</sup> Wasser, so bilden sich in 24 Stunden bis 5 mm große Arsenstruvitkrystalle. Nimmt man für die erstere Lösung nur 10 g Ammoniumsulfat und 4 g Arsensäure, sowie für die zweite Lösung nur 100 cm<sup>3</sup> Wasser, so erhält man mit dem Arsenstruvit auch Krystalle von Rösslerit ( $HMgAsO_4 \cdot 7H_2O$ ); die letzteren Krystalle bilden sich allein, wenn man den

Arsensäuregehalt erhöht (6 g anstatt 4 g). Der Arsenstruvit hat die Begrenzung {010}, {120}, {001}, {101}, {021}, {011}, {001}, {101} mit {021} oder {011}; die Krystalle sind nach (010) oder (001) tafelförmig und nach der *a*-Axe gestreckt;  $a:b:c = 0,5675:1:0,9122$ .

Winkel:	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:
(120):(120) =	97° 40' — 97° 20'	*97° 44'	—
(120):(101)	55 43 — 55 58	*55 51	—
(001):(101)	57 54 — 58 12	58 0	58° 7'
(101):(101)	63 39 — 63 48	63 42	63 46
(001):(021)	61 13 — 61 38	61 26	61 16
(010):(021)	28 27 — 28 32	28 30	28 44
(011):(021)	18 39 — 18 55	18 47	18 54

Ebene der optischen Axen || (001); spec. Gew. 1,932 bei 15°.

Ref.: F. Stöber.

**10. A. de Schulten (in Paris): Über den Rösslerit und den Wapplerit. Gleichzeitige Darstellung des Rösslerit und des Pharmakolith (Bull. de la Soc. franç. de Min. 1903, 26, 99—103).**

Der Verf. kommt in dieser Notiz zu folgenden Schlüssen: Die Wappleritkrystalle, welche von Schrauf<sup>1)</sup> gemessen wurden, waren Krystalle von Rösslerit  $HMgAsO_4 \cdot 7H_2O$ . — Der von Frenzel<sup>2)</sup> analysierte Krystall war sehr wahrscheinlich ein Gemenge eines Magnesiumarsenates und eines Calciumarsenates. Er zieht diese Schlüsse aus folgenden Erwägungen:

1) Die Krystallform (Haushofer,<sup>3)</sup> des künstlichen Rösslerit ist identisch mit derjenigen des Wapplerit  $H(Cu, Mg)AsO_4 \cdot 3,5H_2O$  (Frenzel l. c.).

2) Diese Übereinstimmung in der Krystallform ist unerklärlich, wenn der Wapplerit wirklich die von Frenzel gefundene Zusammensetzung hat.

3) Man kennt keine wasserhaltigen isomorphen Calcium- und Magnesiumarseniate; wenn deshalb eine Verbindung von der procentischen Zusammensetzung des Wapplerit existiert, so muß sie als ein Doppelsalz angesehen werden.

4) Es ist sehr wahrscheinlich, daß die von Frenzel analysierte Substanz aus der Krystallkruste bestand, welche den Wapplerit begleitete.

5) Die Versuche des Verf., künstlichen Wapplerit herzustellen, blieben ohne Erfolg; er erhielt bei diesen genau beschriebenen Versuchen immer Rösslerit oder ein Gemenge von Rösslerit mit Pharmakolith.

6) Das spec. Gew. des Wapplerit 2,48 ist annähernd das Mittel aus den vom Verf. bestimmten spec. Gew. des Rösslerit 1,943 und des Pharmakolith (2,754).

Zum Schlusse bemerkt der Verf., daß neue Analysen des Wapplerit wünschenswert erscheinen und zeigt, wie man das dem Rösslerit isomorphe Phosphat  $HMgPO_4 \cdot 7H_2O$  in Krystallen erhalten kann.

Ref.: F. Stöber.

**11. A. de Schulten (in Paris): Künstliche Nachbildung des Baryt, des Cölestin und des Anglesit auf nassem Wege (Ebenda 103—107).**

1) Erhitzt man eine Lösung von 10 g Baryumchlorid und 300 cm<sup>3</sup> conc. Salzsäure in 3 l Wasser in einem Kolben auf dem Wasserbade und versetzt

1) Diese Zeitschr. 4, 281.

2) Ebenda 7, 257.

3) Tscherm. min. Mitt. 1874, 279.

dieselbe tropfenweise (1—2 Tropfen in der Minute) mit einer Lösung von 2 g  $H_2SO_4$  in 1 l Wasser, so erhält man in etwa 4 Wochen einen Absatz von glänzenden bis 0,5 mm großen Barytkryställchen  $\{110\}$ . $\{011\}$ . $\{102\}$ . $\{001\}$ . $\{100\}$ . $\{111\}$ . $\{104\}$ . $\{122\}$ . $\{124\}$ .

Winkel:	Gemessen:	Natürl. Krystalle:
$(011):(0\bar{1}\bar{1}) =$	$74^{\circ}33'$	$74^{\circ}34'$
$(011):(102)$	38 55	38 51 28"
$(110):(\bar{1}\bar{1}0)$	78 14	78 22 26
$(111):(001)$	64 22	64 19
$(111):(102)$	38 57	39 8
$(111):(110)$	25 49	25 41
$(122):(001)$	56 59	57 1
$(124):(001)$	37 58	37 37
$(124):(102)$	34 52	35 13
$(104):(001)$	21 48	21 56 30

Ebene der optischen Axen  $\parallel (010)$ ; spec. Gew. 4,499 bei  $45^{\circ}$ . Die benutzten Reagentien waren vollkommen rein.

2) Eine Lösung von 22 g reinem, wasserfreiem Chlorstrontium und 50 cm<sup>3</sup> conc. Salzsäure in 3 l Wasser, welche auf dem Wasserbade in einem Kolben erhitzt und tropfenweise mit einer Lösung von 5 g  $H_2SO_4$  in 1 l Wasser versetzt wird, gibt nach Ablauf von 14 Tagen schöne glänzende bis 1,8 mm (nach der  $c$ -Axe) große Cölestinkryställchen  $\{110\}$ . $\{102\}$ . $\{111\}$ . $\{010\}$ . $\{011\}$ . $\{001\}$ .

Winkel:	Gemessen:	Natürl. Krystalle:
$(102):(\bar{1}02) =$	$78^{\circ}57'$	$78^{\circ}49'$
$(011):(0\bar{1}\bar{1})$	104 3	104 0
$(110):(\bar{1}\bar{1}0)$	104 11	104 10
$(111):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	90 35	90 40
$(111):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	67 23	67 17
$(111):(102)$	38 8	38 12
$(111):(110)$	25 36	25 38

Ebene der optischen Axen  $\parallel (010)$ ; spec. Gew. 3,999.

3) Setzt man tropfenweise eine Lösung von 2 g  $H_2SO_4$  in 1 l Wasser zu einer heißen Lösung von 12 g Chlorblei und 50 cm<sup>3</sup> Salzsäure in 3 l Wasser, so erhält man nach ungefähr 3 Wochen bis zu 1,1 mm (nach der  $a$ -Axe) große Anglesitkryställchen  $\{011\}$ . $\{100\}$ . $\{102\}$ . $\{110\}$ . $\{001\}$ . $\{122\}$ .

Die Krystalle sind gewöhnlich prismatisch nach  $\{011\}$ , aber auch tafelförmig nach  $\{100\}$ ; letztere Flächen sind vertical gestreift.

Winkel:	Gemessen:	Natürl. Krystalle:
$(011):(01\bar{1})$	$75^{\circ}39'$	$75^{\circ}35'30''$
$(110):(\bar{1}\bar{1}0)$	76 12	76 16 30
$(122):(\bar{1}\bar{2}2)$	89 39	89 48
$(122):(011)$	26 40	26 42 30
$(102):(011)$	61 41	61 44
$(102):(110)$	60 14	60 3 30
$(110):(011)$	60 42	60 47 30

Ebene der optischen Axen  $\parallel (010)$ ; spec. Gew. 6,393 (bei  $45^{\circ}$ ).

Ref.: F. Stöber.

**12. A. de Schulten** (in Paris): **Künstliche Nachbildung des Scheelit auf nassem Wege** (Bull. de la Soc. franç. de Min. 1903, 26, 112—113).

In einer Lösung von 10 g wasserfreiem Chlorcalcium und 1 cm<sup>3</sup> conc. Salzsäure in 3 l Wasser, welche auf dem Wasserbade in einem Kolben erhitzt und sehr langsam mit einer Lösung von 3,5 g gewöhnlichem krystallisiertem Natriumwolframat in 1 l Wasser versetzt wird, setzen sich sehr kleine, farblose, pyramidenförmige Kryställchen ab; dieselben sind unbestimmbar. Vermehrt man aber den Gehalt an *HCl*, so werden die Kryställchen größer (bis 0,6 mm), nehmen jedoch leicht eine starke Gelbfärbung an; sie sind begrenzt von einer Pyramide und der Basis; letztere fehlt zuweilen. Optisch +; spec. Gew. 5,542 bei 15°; die chemische Zusammensetzung entspricht gut der Formel *CaWO<sub>4</sub>*.

Ref.: F. Stöber.

**13. A. de Schulten** (in Paris): **Über künstliche Arsenkrystalle** (Ebenda 117—118).

Werden nach dem Verfahren von Granger Arsendämpfe durch einen Kohlensäurestrom über bis zur Rotglut erhitztes Chlorsilber geleitet, so bilden sich am Rande des Schiffchens, in dem sich das Chlorsilber befindet, schöne gut spiegelnde, bis 2 mm große Krystalle {10 $\bar{1}$ 1}. {01 $\bar{1}$ 2}. Alle Krystalle sind Zwillinge nach (01 $\bar{1}$ 2).

$$a : c = 1 : 1,4040.$$

Winkel:	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:
(10 $\bar{1}$ 1) : ( $\bar{1}$ 101) = 94° 57' — 94° 59' (5 Mess.)		*94° 58'	—
(10 $\bar{1}$ 1) : (01 $\bar{1}$ 2) = 47° 28' — 47° 32' (6 - )		47° 30'	47° 29'

Früher gemessen: (10 $\bar{1}$ 1) : ( $\bar{1}$ 101) = 94° 56' (G. Rose), 94° 54' (Zepharovich).

Ref.: F. Stöber.

**14. P. von Tschirwinsky** (in ?): **Über Kieselsäurekugélchen in einem Sandstein** (Ebenda 118—120).

In zerreiblichen Sandsteinen der oberen Kreide von Bolchowskoj (Bezirk Orłowskaja) finden sich isoliert oder zusammenhängend Kieselsäurekugélchen. Dieselben sind 0,01 mm dick, farblos und werden von *HCl* nicht angegriffen, aber von alkalischen Lösungen gelöst. Bei einer 140fachen Vergrößerung erkennt man in gewissen dieser Kugélchen einen sechsseitigen Kern, dessen äußere kugelförmige Umhüllung aus Opal mit divergentstrahligem Lussatit und Quarzin zu bestehen scheint. Die Doppelbrechung der strahligen Mineralien ist sehr schwach, ihre Längsrichtung ist die Richtung der kleinsten Elasticität. Durch Glühen wird der Kern besser sichtbar.

Zum Schlusse bespricht der Verf. ähnliche von Mallard, Michel-Lévy, Hinde, Radkewitch angestellte Beobachtungen.

Ref.: F. Stöber.

**15. L. Duparc und F. Pearce** (in Genf): **Über den Soretit, einen neuen Amphibol aus der Gruppe der gemeinen Hornblenden** (Ebenda 126—135 und Archiv. d. Sc. phys. et nat. 1903, 16, 598—599).

In einem von den Verf. Anorthitdiorit genannten Ganggestein, welches am Kowinsky-Kamen (Nord-Ural) den massigen Dunit und den Koswit (Olivinpyroxenit) durchsetzt, wurden in Begleitung von Anorthit, Apatit, Magnetit kurze

dicke, höchstens 2 mm große Kryställchen eines Amphibol beobachtet, welchen die Verf. zu Ehren Sorets »Soretit« nennen; die Krystalle sind seitlich von  $\{110\}$ ,  $\{010\}$  begrenzt, aber ohne Endflächen; die Spaltbarkeit nach  $\{110\}$  ist scharf; Zwillinge fehlen.

Optisch —. Die Hauptbrechungsexponenten (für  $Na$ -Licht) wurden refractometrisch auf Platten  $\perp a$  bestimmt; es ergab sich für zwei Platten:

$\gamma$	$\beta$	$\alpha$	$\gamma - \alpha$	$2V_a$ gem.:	$2V_a$ ber.:
1,6856	1,6765	$\begin{cases} 1,6628 \\ 1,6627 \end{cases}$	0,0228	$82^\circ 30'$	$78^\circ 24'$
1,6806	1,6704	$\begin{cases} 1,6593 \\ 1,6590 \end{cases}$	0,0215	90	89

Für die Auslöschungsrichtung  $c$  auf  $(010)$  und den Pleochroismus wurde resp. gefunden:

Auslöschungswinkel:	$c$	$b$	$a$
$17^\circ$	dunkelgrünlich;	grünlich,	blaß grünlich-gelb,
$17^\circ 30'$	dunkelbraungrünlich,	bräunlich,	sehr blass gelblich.

Die von Herrn Stud. Gabaglio ausgeführte Analyse ergab:

	I.	II.	Mittel:
$SiO_2$	40,59	40,46	40,52
$TiO_2$	1,63	1,79	1,71
$Al_2O_3$	10,99	—	10,99
$Fe_2O_3$	9,64	—	9,64
$FeO$	9,84	9,85	9,83
$MnO$	Spuren	Spuren	Spuren
$CaO$	12,32	12,35	12,33
$MgO$	11,84	11,84	11,82
$K_2O$	0,68	—	0,68
$Na_2O$	2,38	—	2,38
Glühverlust	0,50	—	0,50
	100,35		100,40

Die Verf. führen aus, daß ein Vergleich der bis jetzt veröffentlichten Hornblendeanalysen zwei verschiedene Gruppen von Amphibolen erkennen läßt: die der ersteren Gruppe angehörigen Hornblenden enthalten 51—58%  $SiO_2$ , 0—5%  $Al_2O_3$ , wenig  $Fe_2O_3$  und  $FeO$ , 20—25%  $MgO$ , 11—16%  $CaO$ ; die Glieder der zweiten Gruppe dagegen enthalten 39—43%  $SiO_2$ , 6—15%  $Al_2O_3$ , 15—25% Eisenoxyde, fast gleiche Mengen  $MgO$  und  $CaO$ , und 2—3% Alkali; der Soretit gehört der letzteren Gruppe an.

Zum Schlusse vergleichen die Verf. die optischen Eigenschaften des Soretit mit denen der Hornblende von Kragerö und einer anderen ebenfalls von ihnen untersuchten Hornblende eines uralitisirten Gabbro des Katechersky.

Ref.: F. Stöber.

16. A. Lacroix (in Paris): Über den Plumasit, ein Korundgestein (Bull. de la Soc. franç. de Min. 1903, 26, 147—150).

Der Verf. erinnert zunächst an die Untersuchungen von Morozewicz, Holland, Adams, Miller, Coleman, Lawson über korundhaltige Gesteine



und bespricht dann eingehender ein anscheinend gangförmiges, aus Korund und Feldspat bestehendes Gestein von Mosso Santo Maria (Piemont), welches identisch ist mit dem von Lawson beschriebenen Plumasit der Grafschaft Plumas (Spanish Peak, Californien).

Der Korund dieses Gesteines wurde von Gonnard<sup>1)</sup> untersucht.

Ref.: F. Stöber.

**17. A. Lacroix (in Paris): Über die Lagerstätte von Chalcodon und verkieseltem Holz der Insel Martinique** (Bull. de la Soc. franç. de Min. 1903, 26, 450—452).

Der Verf. hat gelegentlich seiner Untersuchungen auf der Insel Martinique die Lagerstätte der bekannten schönen Stufen von Chalcodon, rotem und gelbem Jaspis, sowie verkieseltem Holz studiert; dieselben befinden sich in der Nähe des Dorfes Sainte-Anne (äußerstes SW.-Ende der Insel) in einem zersetzten Labradorituff, welcher den ältesten Eruptionen der Insel angehört; er fand auch einige Zeolithminerale: feinfasrigen Natrolith, mit nur selten entwickelten Krystallen {110}. {100}. {010}. {111}; Analcim Krystalle {211}, Sphärolithe von Desmin mit {001}, {010}, {110}, {101}, endlich zahlreiche, sehr kleine (bis 2 mm), Heulanditkrystalle {010}. {001}. {101}. {101}. {110}. (Aufstellung nach Des Cloizeaux.)

Ref.: F. Stöber.

**18. P. Gaubert (in Paris): Über einige Eigenschaften des Heulandit** (Ebenda 478—484).

Der Verf. hat große Spaltungsplatten von isländischem Heulandit in bezug auf Absorption verschiedener Substanzen und besonders von Farbstoffen untersucht. Zu diesem Zwecke wurden die Platten zuvor in Glycerin entwässert, langsam abgekühlt und dann in die betreffende Flüssigkeit getaucht; es kamen sehr zahlreiche Flüssigkeiten zur Anwendung (Brom, Äther, Benzin, Xylol usw.). Es zeigte sich, daß nach zwei Tagen die Absorption von Brom, Äther, Benzin, Alkohol vollständig war, während für die Absorption anderer Flüssigkeiten (z. B. Öl) ein Monat erforderlich war; genaue Daten lassen sich nicht erhalten, weil die unvermeidlichen Spaltungsrisse von großem Einfluß auf das Eindringen der Flüssigkeiten sind. Aus diesem Grunde führten auch die Versuche über die Geschwindigkeit der Absorption in verschiedenen Richtungen zu keinem sicheren Resultate.

Was die künstliche Färbung entwässerter Zeolithe angeht, so konnte der Verf., gestützt auf seine früheren Untersuchungen<sup>2)</sup> und mikroskopischen Beobachtungen, nachweisen, daß dieselbe nicht »echt« ist, sondern nur durch Einschlüsse der den Farbstoff enthaltenen Flüssigkeit bedingt wird; ein entwässerter Heulanditkrystall ist, wenn keine Sprünge usw. vorhanden sind, für die Farbstoffe undurchlässig; eine Ausnahme bilden jedoch wahrscheinlich gewisse Farbstoffe, wie z. B. Brom.

Zum Schlusse bespricht der Verf. kurz die Verhältnisse, welche bewirken können, daß verschiedene Flüssigkeiten mit verschiedener Geschwindigkeit absorbiert werden, sowie die durch das Eindringen fremder Substanzen bewirkte Volumvermehrung der Zeolithe, und bemerkt endlich, daß nach seinen früheren

<sup>1)</sup> Bull. Soc. franç. Min. 20, 177.

<sup>2)</sup> Diese Zeitschr. 35, 640.

Untersuchungen<sup>1)</sup> der salpetersaure Harnstoff in bezug auf die Aufnahme von Fremdstoffen eine gewisse Analogie mit den Zeolithen zeigt.

Ref.: F. Stöber.

**19. H. Dufet (in Paris): Über die krystallographische Rechnung (eine neue Methode)** (Bull. de la Soc. franç. de Min. 1903, 26, 190—302).

Der Verf. zeigt in dieser Arbeit, welche Vorteile die bekannte Formel für den Cosinus des Winkels zweier Flächen für die krystallographische Rechnung bietet.

Im ersten Kapitel, welches die allgemeinen Formeln behandelt, leitet er zunächst in einfacher Weise die allgemeine Formel  $\cos V = \cos [(pqr) : (p'q'r')]$  ab; sind:

$a : b : c$ ;  $\alpha, \beta, \gamma$  die Axenelemente des Krystals,  
 $A, B, C$  die Winkel zwischen den Axenebenen,

$$\lambda^2 = \frac{4 \sin^2 \alpha}{a^2 \sin^2 \beta}; \quad \nu^2 = \frac{4 \sin^2 \gamma}{c^2 \sin^2 \beta}; \quad L = -\nu \cos A; \quad M = -\lambda \nu \cos B; \\ N = -\lambda \cos C,$$

fünf sogenannte »Hilfsparameter«, ferner:

$$[pqr] = \sqrt{\lambda^2 p^2 + q^2 + \nu^2 r^2 + 2Lqr + 2Mrp + 2Npq},$$

das »charakteristische Radical« der Fläche  $(pqr)$ , so ist der Winkel  $(pqr) : (p'q'r')$  bestimmt durch:

$$\cos V = \frac{\lambda^2 p p' + q q' + \nu^2 r r' + L(qr' - r q') + M(pr' - r p') + N(pq' - q p')}{[pqr][p'q'r']}. \quad (5)$$

Es ist zu bemerken, daß die Hilfsparameter  $\lambda^2, \nu^2, L, M, N$  nur die Axenelemente enthalten und deshalb für jeden Krystall nur einmal zu berechnen sind, und daß ferner für deren Herleitung die Kenntnis der Winkel  $\alpha, \beta, \gamma$  nicht unbedingt erforderlich ist, denn:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin A}{\sin B}, \quad \frac{\sin \gamma}{\sin \beta} = \frac{\sin C}{\sin B}.$$

Aus der Formel für  $\cos V$  erhält man durch Umformung die Formel für  $\sin V$ . Ist  $PQR$  das Symbol der durch  $(pqr), (p'q'r')$  bestimmten Zone und  $\Delta$  der größte gemeinsame Teiler von  $P, Q, R$ , so hat man:

$qr' - r q' = \Delta P, rp' - p r' = \Delta Q, pq' - q p' = \Delta R$ ; ist ferner:

$$S = \sqrt{\frac{(\lambda^2 - N^2)R^2}{+ (\lambda^2 \nu^2 - M^2)Q^2} - 2 \left\{ \frac{(\lambda^2 - MN)QR}{+ (M - NL)RP} \right\}}, \text{ so kommt:}$$

$$\sin V = \frac{\Delta \pm S}{[pqr][p'q'r']}. \quad (6)$$

Für  $V$  erhält man so vier Winkel  $V, \pi - V, \pi + V, 2\pi - V$ , entsprechend den vier von den Flächen  $(pqr), (p'q'r'), (pqr), (p'q'r')$  gebildeten

4) Diese Zeitschr. 39, 493.

Winkeln; der Verf. setzt fest, daß die Winkel immer in einem bestimmten Sinne als positiv zu nehmen sind und daß in der schematischen Berechnung der drei Determinanten  $\mathcal{A}P$ ,  $\mathcal{A}Q$ ,  $\mathcal{A}R$ , welche sich auf den von den Flächen  $a$ ,  $b$  gebildeten Winkel  $\widehat{ab}$  beziehen, das Symbol von  $a$  immer über dasjenige von  $b$  gesetzt wird; dann ist dem Radical  $S$  immer dasselbe Vorzeichen zu geben und das Vorzeichen von  $\sin V$  hängt nur noch von dem Vorzeichen von  $\mathcal{A}$  ab.

Darauf wird die bekannte Beziehung zwischen dem Sinus der Winkel von vier in einer Zone gelegenen Flächen besprochen, und gezeigt, wie man aus dieser Beziehung einfache Formeln zur Lösung gewisser Probleme erhalten kann; diese Probleme sind:

- 1) Es soll das Symbol einer der vier Flächen aus den Symbolen der anderen Flächen und drei auf einander folgenden Winkeln berechnet werden;
- 2) es soll ein Winkel aus den Symbolen der vier Flächen und zwei Winkeln berechnet werden.

In einem weiteren Paragraphen stellt sich der Verf. die Aufgabe, das Symbol  $(r, y, \tau)$  einer Fläche  $X$  zu berechnen, wenn für  $X$  außer den Axenelementen des Krystals noch ein Winkel und eine Zone, oder zwei Winkel bekannt sind, und geht dann zur speciellen Anwendung seiner Formeln auf einen Axinitkrystal über.

Im zweiten Kapitel wird zunächst das Princip des neuen Verfahrens für den allgemeinen Fall eines triklinen Krystals aneinandergesetzt. Der Verf. beginnt mit der Berechnung der fünf Hilfsparameter  $\lambda^2$ ,  $\nu^2$ ,  $L$ ,  $M$ ,  $N$  und benutzt zu dieser Berechnung fünf Gleichungen, welche aus den Formeln (5) und (6), abgeleitet werden:

Eine beliebige Zone  $[PQR]$ , in welcher die Fläche  $(pqr)$  liegt, schneidet die drei Hauptzonen  $[100]$ ,  $[010]$ ,  $[001]$  resp. in den Polen:

$$(0RQ), (R0P), (QP0);$$

berechnet man jetzt aus  $(pqr)$  und  $(0RQ)$  nach dem bekannten schematischen Multiplicationsverfahren das Symbol der in Rede stehenden Zone, so kommt:

$$[(-qQ - rR), pQ, pR], \text{ oder weil ja } pP + qQ + rR = 0 \text{ ist: } [pP, pQ, pR].$$

Das oben in Formel (6) eingeführte  $\mathcal{A}$  ist also gleich  $p$ , und es folgt:

$$\sin(0R\bar{Q})(pqr) = \frac{\pm pS}{[pqr] \sqrt{R^2 + Q^2\nu^2 - 2RQL}},$$

und auf gleiche Weise:

$$\sin(\bar{R}0P)(pqr) = \frac{\pm qS}{[pqr] \sqrt{R^2\lambda^2 + P^2\nu^2 - 2RPM}},$$

$$\sin(Q\bar{P}0)(pqr) = \frac{\pm rS}{[pqr] \sqrt{Q^2\lambda^2 + P^2 - 2PQN}}.$$

Man erhält nun die erste Gleichung für die Hilfsparameter, indem man z. B. die erste und zweite der obigen Gleichungen in einander dividiert:

$$\left[ \frac{\sin(0R\bar{Q})(pqr)}{\sin(\bar{R}0P)(pqr)} \right]^2 = \frac{p^2}{q^2} \frac{R^2\lambda^2 + P^2\nu^2 - 2RPM}{R^2 + Q^2\nu^2 - 2RQL}, \quad (1)$$

die zweite Gleichung ergibt sich aus der Formel (5) für  $\cos (0 R \bar{Q}) (\bar{R} 0 P)$  indem man links mit

$$\frac{\sin (0 R \bar{Q}) (p q r)}{\sin (\bar{R} 0 P) (p q r)}$$

und rechts mit dem Werte dieses Quotienten multipliziert:

$$\begin{aligned} \cos (0 R \bar{Q}) (\bar{R} 0 P) &\cdot \frac{\sin (0 R \bar{Q}) (p q r)}{\sin (\bar{R} 0 P) (p q r)} \\ &= \frac{p}{q} \cdot \frac{-PQv^2 + RPL + RQM - R^2N}{R^2 + Q^2v^2 - 2RQL}. \quad (H) \end{aligned}$$

Eine zweite Zone  $[P'Q'R']$  mit einer zweiten Fläche  $(p'q'r')$  gibt analog die Gleichungen (III) und (IV).

Für die Aufstellung dieser vier Gleichungen ist die Kenntnis von vier Winkeln erforderlich, z. B. für die beiden ersten die Kenntnis der Winkel:  $(0 R Q) (p q r)$  und  $(\bar{R} 0 P) (p q r)$ ; es bleibt also von den zur Bestimmung der Axenelemente nötigen fünf Winkeln noch einer übrig, welcher mit Hilfe von (5) die Gleichung (V) liefert.

Diese fünf Gleichungen sind weniger compliciert als es scheint und vereinfachen sich in den meisten Fällen bedeutend; die Unbestimmtheit, welche die Gleichung (V) in den seltenen Fällen, wo sie sich nicht auf den ersten Grad reducieren läßt, bietet, kann durch Benutzung eines annähernd bekannten sechsten Winkels gehoben werden.

Nach diesen allgemeinen Erörterungen zeigt der Verf., wie sich sein Verfahren für die speciellen Fälle, daß die Zone  $[PQR]$  eine der drei Hauptzonen  $[100]$ ,  $[010]$ ,  $[001]$  ist, oder durch einen der Pole  $(100)$ ,  $(010)$ ,  $(001)$  geht, vereinfacht, und betrachtet darauf zehn verschiedene Fälle für die Berechnung der Axenelemente des Kaliumdichromats unter Zugrundelegung der von Schabus gemessenen Winkel.

In einem dritten und letzten Kapitel wird die Anwendung der Methode auf monokline, rhombische, tetragonale, hexagonale und rhomboëdrische Krystalle behandelt.

Ref.: F. Stöber.

**20. A. Lacroix** (in Paris): **Über die Umwandlung eines Insektes in Numeait** (Bull. de la Soc. franç. de Min. 1903, 26, 303).

Der Verf. hat beobachtet, daß ein kleiner bis 3 mm großer Käfer, welcher noch heute in Neu-Caledonien lebend vorkommt, vollständig in Numeait umgewandelt und von Numeait umschlossen war; die Nickelsilicate von Neu-Caledonien müssen sich also, wenigstens an ihrem Ausgehenden, noch heute bilden, oder es muß doch auf dem Lösungswege eine Ortsveränderung dieser Silicate stattfinden.

Ref.: F. Stöber.

**21. Derselbe**: **Über einige in den Ruinen von Saint-Pierre (Martinique) beobachtete Fälle von Endomorphie** (Compt. Rend. d. séance. d. l'Acad. d. Sc. Paris 1903, 136, 28—30).

Die Andesitblöcke aus den Mauern eines Eisenwarenlagers von Saint-Pierre sind infolge der Feuersbrunst geschmolzen und haben besonders in Berührung mit den Eisengegenständen interessante endomorphe Umwandlungen erfahren:

es hat sich ein schwarzes Gestein gebildet, welches aus einem Gemenge von Fayalit, Magnetit und ein wenig Glasmasse besteht. Der Fayalit zeigt sich in den Höhlungen in isolierten Krystallen  $\{004\}$ .  $\{110\}$ .  $\{120\}$ .  $\{010\}$ .  $\{100\}$ .  $\{011\}$ .  $\{021\}$ .  $\{101\}$  (Aufstellung nach Des Cloizeaux); der Magnetit findet sich in scharfen Oktaëdern und in körnigen, vollständig reinen Massen, welche von einer schwedischen Magnetitstufe nicht zu unterscheiden sind. Von den früheren Bestandteilen des Gesteins erkennt man unter dem Mikroskope nur noch angeschmolzene Feldspäthe und Augite.

Ref.: F. Stöber.

**22. A. de Schulten** (in Paris): **Über ein Verfahren behufs Krystallisation wenig löslicher Substanzen** (Compt. Rend. d. séance. d. l'Acad. d. Sc. Paris 1903, 136, 1444—1446).

Der Verf. beschreibt das Verfahren, welches er zur künstlichen Darstellung von Baryt und vieler anderen Mineralien angewandt hat<sup>1)</sup>; er fügt hinzu, daß man nach diesem Verfahren auch kleine Prismen  $\{110\}$ .  $\{001\}$ .  $\{100\}$  von Hydrargillit erhalten kann, indem man eine sehr verdünnte Ammoniaklösung auf eine sehr schwach angesäuerte Alaunlösung einwirken läßt. Auch kleine monokline Krystalle von  $BiPO_4$  und  $BiAsO_4$  lassen sich so erhalten.

Ref.: F. Stöber.

**23. A. Lacroix** (in Paris): **Der Cordierit in den Eruptivproducten der Montagne Pelée und in der Soufrière von Saint-Vincent** (Ebenda 137, 145—147).

In gewissen vulkanischen Gesteinsblöcken von Saint-Vincent und der Montagne Pelée, deren Vorkommen in situ unbekannt ist, findet sich Cordierit als wesentlicher Bestandteil; die Untersuchung dieser Cordieritgesteine gibt dem Verf. Veranlassung zu mehreren Schlußfolgerungen, die besonders in petrographischer Hinsicht interessant sind.

Ref.: F. Stöber.

**24. Derselbe:** **Über eine neue Mineralart** (Ebenda 582—584).

Der Verf. vervollständigt in dieser Arbeit seine früheren vorläufigen Angaben<sup>2)</sup> über den Grandidierit; er fand für Na-Licht mit dem Klein'schen Refractometer:

$$\gamma = 1,6385; \beta = 1,6360; \alpha = 1,6018; \gamma - \alpha = 0,0367.$$

$$2E = 49^{\circ}30' \text{ oder } 2V = 29^{\circ}40' \text{ (ber. } 30^{\circ}16').$$

Platten  $\perp$  zu einer optischen Axe, sowie solche  $\perp$  zur spitzen Bisectrix zeigen die Polarisationsbüschel ebenso deutlich wie Epidot- oder Andalusitplatten.

Die chemische Zusammensetzung:

	Molekulare Verhältniszahlen:		
$SiO_2$	20,90		0,348
$Al_2O_3$	52,80	0,518	0,559
$Fe_2O_3$	6,60	0,044	
$FeO$	4,86	0,068	0,347
$MgO$	9,65	0,244	
$CaO$	2,10	0,038	
$Na_2O$	2,22	0,035	0,106
$K_2O$	0,40	0,004	
$H_2O$	1,25	0,067	

100,78

1) S. das Ref. Nr. 44 S. 102.

2) Diese Zeitschr. 39, 186.



führt zu der Formel:  $7\text{SiO}_2 \cdot 44(\text{Al}, \text{Fe})_2\text{O}_3 \cdot 7(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Ca})\text{O} \cdot 2(\text{Na}, \text{K}, \text{H})_2\text{O}$ ; der Grandidierit ist ein sehr basisches Silicat, welches dem Saphirin und Staurolith nahe steht; in der Natur zersetzt er sich verhältnismäßig leicht und verwandelt sich dann in eine faserig-blättrige Masse, die sich dem Kryptotil zu nähern scheint.

Ref.: F. Stöber.

**25. St. Meunier** (in Paris): **Über einen bemerkenswerten Fall von spontaner Krystallisation des Gypses** (Compt. Rend. d. séance. d. l'Acad. d. Sc. Paris 1903, **137**, 942—944).

Der Verf. hat beobachtet, daß aus Gypsbrei geformte Kugeln, welche kurze Zeit in Salzwasser getaucht waren, sich vollständig in ein Aggregat von Gypskrystallen, welche bis 5 mm groß waren, umwandelten; er schreibt diese Erscheinung der »krystallbildenden Kraft« des Steinsalzes zu, und stellt, von diesem Gedanken ausgehend, Betrachtungen über die Umwandlungen der Gypslager an.

Ref.: F. Stöber.

**26. L. Duparc** (in Genf): **Die Platinlagerstätten des Ural** (Archiv. d. Sc. phys. et nat., Genf 1903, **15**, 287—304).

Der Verf. bespricht ausführlich die geographische Lage der Platinlagerstätten des Ural, die platinführenden Gesteine, die Platinseifen, die Verteilung des Platins in letzteren und die Zusammensetzung der Platinerze.

Ref.: F. Stöber.

**27. A. Borel** (in Paris): **Über die magnetische Drehung der Polarisationssebene im Quarz** (Ebenda **16**, 24—49 und 157—171).

Nach einer kurzen historischen Einführung, in der besonders auf die Untersuchungen von Joubin<sup>1)</sup> und Chauvin<sup>2)</sup> über die magnetische Drehung der Polarisationssebene näher eingegangen wird, geht der Verf. zur Auseinandersetzung seiner eigenen, die magnetische Polarisationsdrehung des Quarzes betreffenden Beobachtungen über. Zwei Quarzkrystalle, ein linker und ein rechter von 59,37542 mm bzw. 59,37550 mm Länge, wurden mit ihren zur optischen Axe senkrechten Flächen vor einander gestellt und nach dem Vorgange Wiedemanns in einer 40 cm langen und 23 cm dicken Spule von 3 mm dicken Kupferdrahte so befestigt, daß die Spulenaxe mit der optischen Axe der Krystalle zusammenfiel; in dem Raume zwischen den Quarzkrystallen und der inneren Wandung der Spule befand sich ein doppelwandiger Kupfercylinder, in dem ein Wasser- oder Dampfstrom zur Erzeugung einer constanten Temperatur circulieren konnte.

Der angewandte elektrische Strom von 30 A. und 120 V. erzeugte ein magnetisches Feld, dessen Intensität reguliert werden konnte und für die beschriebenen Versuche zwischen 1050 und 1420 Einheiten ( $\text{cm}^{-\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sec}^{-1}$ ) schwankte; dieselbe wurde gemessen durch die Drehung der Polarisationssebene, welche das magnetische Feld in einer 20 cm langen mit  $\text{CS}_2$  gefüllten Röhre bewirkte.

Zur Messung des Drehungswinkels kamen, für die sichtbaren Linien, die bekannten von Laurent, Lummer und Wild angegebenen Vorrichtungen zur Verwendung; für die auf die ultravioletten Strahlen bezüglichen Messungen wurde nach dem Vorgange von Soret<sup>3)</sup> das Ocular durch einen aus planparallelen

1) Journ. d. Phys. 1889, **8**, 53.

2) Ebenda 1890, **9**, 5; diese Zeitschr. **19**, 523.

3) Archives 1876, **57**, 319.

Quarzplatten gebildet und mit Äsculin gefüllten kleinen Trog ersetzt, sowie an Stelle des mit Canadabalsam gekitteten gewöhnlichen Analysators ein Foucault-Nicol (mit Luftschicht) gebracht.

Alle wesentlichen Teile des Apparates wurden sorgfältig justiert.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf die acht Linien:

$$Cd_1, D, Cd_4, Cd_5, Cd_6, Cd_9, Cd_{18}, Cd_{25};$$

als Lichtquelle diente für die *D*-Linie die durch *NaBr* gefärbte Flamme eines Terquem-Brenners und für die *Cd*-Linien der zwischen *Cd*-Elektroden überspringende elektrische Funken.

Die Messungen wurden im allgemeinen bei gewöhnlicher Temperatur (etwa 20°) ausgeführt; für die Linien *Cd*<sub>1</sub>, *D*, *Cd*<sub>6</sub> wurden jedoch auch Messungen bei 96° angestellt. Jede einzelne Messung wurde nach Umschaltung des elektrischen Stromes wiederholt; man erhielt so zwei Ablesungen, deren Differenz, durch 2 dividiert, den Drehungswinkel für die betreffende Linie und die herrschende Feldintensität ergab. Ist dieser Drehungswinkel  $\alpha$ , die Feldintensität  $H$  ( $\text{cm}^{-1} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sec}^{-1}$ ) und die gesamte Länge der Quarzkrystalle  $L$  ( $L = 11,875 \text{ cm}$ ),

so ist:  $\omega = \frac{\alpha}{LH}$  die magneto-optische oder Verdet'sche Constante.

Die so gefundene Constante ist aber noch mit kleinen Fehlern behaftet, die corrigiert werden müssen; zunächst ist der gemessene Drehungswinkel etwas zu groß wegen der aufeinanderfolgenden Spiegelungen an den Quarzflächen und es ist aus diesem Grunde eine kleine Größe  $\mathcal{A}_1$  von  $\omega$  in Abzug zu bringen, für deren Berechnung der Verf. eine einfache Formel angibt; zweitens beeinflusst auch die magnetische Drehung der Luftsäule das Resultat, so daß eine zweite kleine Correction  $\mathcal{A}_2$  anzubringen ist.

In der folgenden Tabelle sind die Resultate zusammengestellt:

Linie	Wellenlänge	$\omega$ (beob.)	$-\mathcal{A}_1$	$-\mathcal{A}_2$	$\omega$ (corr.)	$\omega$ (ber.)	Differenz	Temp.
<i>Cd</i> <sub>1</sub>	643,87	0,04385	0,00046	0,00004	0,04368	0,04384	+0,00046	20°
<i>D</i>	589,20	0,04684	0,00048	0,00004	0,04665	*	*	»
<i>Cd</i> <sub>4</sub>	508,60	0,02285	0,00026	0,00002	0,02257	0,02265	+0,00008	»
<i>Cd</i> <sub>5</sub>	480,04	0,02606	0,00030	0,00002	0,02574	0,02558	-0,00046	»
<i>Cd</i> <sub>6</sub>	467,83	0,02785	0,00032	0,00002	0,02751	0,02704	-0,00054	»
<i>Cd</i> <sub>9</sub>	360,93	0,04678	0,00055	0,00004	0,04649	0,04744	+0,00424	»
<i>Cd</i> <sub>18</sub>	257,29	0,10925	0,00421	0,00008	0,10796	0,10677	-0,00443	»
<i>Cd</i> <sub>25</sub>	219,39	0,16033	0,00446	0,00043	0,15874	0,15702	-0,00464	»
<i>Cd</i> <sub>1</sub>	643,87	0,04396	0,00046	0,00004	0,04379	*	*	96°
<i>D</i>	589,20	0,04704	0,00048	0,00004	0,04682	0,04678	+0,00004	»
<i>Cd</i> <sub>6</sub>	467,83	0,02806	0,00032	0,00002	0,02772	0,02773	-0,00004	»

Die berechneten Werte von  $\omega$  für die Temperatur von 20° wurden nach der Becquerel'schen Formel:  $\omega \lambda^2 = k \mu^2 (\mu^2 - 1)$  erhalten; die Constante  $k$  wurde aus den Beobachtungen für die *D*-Linie berechnet;  $\mu$  ist der Brechungsexponent.

Den Berechnungen der bei 96° gemachten Messungen wurde die Formel:  $\omega_t = \omega_{20} [1 + 0,00011 (t - 20)]$  zu Grunde gelegt, welche Werte ergibt, die in befriedigender Weise mit den Messungsergebnissen übereinstimmen.

Ref.: F. Stöber.

**28. P. Weiß** (in Zürich): **Über die neuen magnetischen Eigenschaften des Pyrrhotin** (Archiv. d. Sc. phys. et nat., Genf 1903, 16, 473—475).

Der Verf. hat schon vor etwa zehn Jahren gezeigt, daß die Oberfläche des Magnetisierungscoefficienten für den Magnetit keine Kugel, sondern eine sehr complicierte Fläche ist, welche ungefähr einem Würfel mit eingedrückten Flächen und abgerundeten Kanten ähnlich sieht. Interessanter noch als der Magnetit ist der Pyrrhotin; derselbe ist  $\parallel$  zur krystallographischen Hauptaxe überhaupt nicht magnetisierbar und wird nur in der zur Axe  $\perp$  Ebene, der »magnetischen Ebene«, magnetisiert. Aber die Magnetisierung in dieser Ebene ist nicht constant, sondern zeigt, daß der Pyrrhotin aus einfacheren, höchstens rhombischen Krystallen in der Art aufgeschichtet ist, daß drei Gruppen von Krystallen entstehen, welche unter einander einen Winkel von  $120^\circ$  bilden. Der Anteil jedoch, den jede dieser Gruppen an dem Aufbau des Krystalles nimmt, ist sehr wechselnd: durch Zerteilung der Krystalle konnte ein Bruchstück erhalten werden, in dem die eine Gruppe durch 97% und die zweite durch 3% vertreten war, während die dritte überhaupt fehlte.

Ref.: F. Stöber.

**29. G. Cesàro und A. Abraham** (in Lüttich): **Der Göthit. — Über irrtümlich zum Limonit gestellte Hydroxyde** (Bull. d. l'Acad. Roy. d. Belg. 1903, 178—198).

Die Verf. haben in Anbetracht der widersprechenden Angaben, welche sich in der auf den Göthit bezüglichen Literatur finden, sowie mit Rücksicht auf das gänzliche Fehlen krystallographischer Untersuchungen über den Rubinglimmer und die Sammitblende, neue eingehende Beobachtungen am Göthit und seinen Varietäten angestellt. Sie fanden für einen kleinen nach (010) abgeplatteten Krystall {010}. {210}. {011}. {101}. {111}, von Cornwall die Winkel:

$$\begin{array}{rcl} (111):(1\bar{1}1) & = & 53^\circ 5' \\ (111):(0\bar{1}1) & = & 66 \quad 2 \\ (1\bar{1}1):(0\bar{1}1) & = & 29 \quad 40; \end{array}$$

dieselben harmonieren nicht gut mit einander; die Verf. haben je zwei derselben mit einander combinirt und so die folgenden Axenverhältnisse erhalten:

$$\begin{aligned} a:b:c &= 0,90587:1:0,60239; = 0,89635:1:0,60154; \\ &= 0,90281:1:0,59962, \end{aligned}$$

aus denen das Mittel angenähert  $a:b:c = 0,9:1:0,6$  wäre. An einem Krystalle von unbekanntem Fundorte wurde ein neues verticales Prisma {750} gefunden:

$$(750):(7\bar{5}0) = 65^\circ 22' \text{ bis } 65^\circ 2' \text{ (gemessen).}$$

Spaltbarkeit nach (010) vollkommen, weniger gut nach (100) und unvollkommen nach (001). Die Krystalle sind optisch —; Ebene der optischen Axen  $\parallel$  (001); spitze Bisectrix  $\perp$  (010), also:

$$a = b, b = c, c = a; \gamma - \beta = 0,027 \text{ (für weißes Licht).}$$

Deutlicher Pleochroismus; auf Spaltblättchen nach (100) zeigt sich die stärkste Absorption nach der  $c$ -Axe, auf solchen nach (001) ist die Absorption in der Richtung der  $a$ -Axe so stark, daß der Krystall wie ausgelöscht erscheint.

Die Göthitkrystalle sind entweder nach der  $c$ -Axe verlängert und dann nicht selten nach {010} verwachsen, oder sie sind nach der  $a$ -Axe gestreckt, einfach und in der Zone [(100):(001)] von gerundeten Flächen begrenzt.

Zum ersteren Typus gehören die nur selten einfachen Krystalle von Cornwall, sowie die nach  $\{010\}$  abgeplatteten Krystalle  $\{010\}$ ,  $\{210\}$  von Colorado, welche ungefähr  $\parallel (010)$  mit einander verwachsen sind; letzteren ganz ähnlich sind die Krystalle aus dem Tale von Bousohr Sinai, und von der Insel Wolk (Onega). Auch die Krystallnadeln der Sammitblende von Przibram gehören vielleicht hierher; es war jedoch bei der Feinheit dieser Nadeln nicht möglich, festzustellen, ob dieselben nach der  $c$ - oder nach der  $a$ -Axe gestreckt sind.

Zu dem zweiten Typus gehören die nach  $\{010\}$  sehr dünnen, tafelförmigen Kryställchen einer Stufe unbekannter Herkunft, an denen die Formen  $\{010\}$ ,  $\{750\}$ ,  $\{102\}$ ,  $\{104\}$ ,  $\{001\}$  beobachtet wurden; die drei letzteren Formen gehen mit gerundeten Kanten in einander über. Der Rubinglimmer sieht ganz ähnlich aus; derselbe bildet gewöhnlich unregelmäßig begrenzte Blättchen nach  $010$ , zuweilen kann man jedoch auch die Formen  $\{301\}$ ,  $\{102\}$  und unbestimmbare Prismen  $\{h k 0\}$  erkennen. Ferner sind hierher zu zählen der Lepidokrokot von Nassau und eine Stufe von Mont (Theux).

Zum Schlusse bemerken die Verf., daß nach dem optischen Verhalten der faserige Brauneisenstein von Siegen, der krummfaserige Brauneisenstein von Horhausen, der Hämatit von Bilbao und der sogenannte stalaktitische Limonit kein Limonit sind und zum Teil sicher zum Göthit gestellt werden müssen.

Ref.: F. Stöber.

**30. W. Prinz** (in Brüssel): **Über einen Sternsmaragd von Muso** Bull. d. l'Acad. Roy. de Belg. 1903, 283—289).

Der Verf. beschreibt hier die optischen Beobachtungen, welche er an einem in Cabochonform geschliffenen Smaragd der Alph. Stübelschen Sammlung machen konnte; [dieselben bestätigen im wesentlichen die Untersuchungen Bertrands<sup>1)</sup>].

Ref.: F. Stöber.

**31. G. Cesàro** (in Lüttich): **Über eine merkwürdige, durch gleitenden Druck hervorgerufene Orientierung** (Ebenda 432—438).

Läßt man ein wenig Wachs auf einem Objectträger schmelzen, so bildet sich bei der Abkühlung eine Masse von verwirrt orientierten, gestreckten Kryställchen, deren Längsrichtung parallel der Axe der größeren opt. Elasticität ist. Läßt man aber einen Spatel unter Druck über das Wachs gleiten, so findet man, daß die in der gebildeten Furche befindlichen Wachsteilchen sich zum Teil ganz wie eine zur Axe senkrechte Platte eines positiven, einaxigen Krystalles, zum Teil aber auch wie eine zur spitzen Bisectrix senkrechte Platte eines positiven, zweiaxigen Krystalles verhalten; im letzteren Falle ist die Ebene der optischen Axen  $\perp$  zu der Richtung des gleitenden Druckes.

Schmelzhäutchen von Hatchettin und Ozokerit verhalten sich analog; die Erscheinung ist jedoch für den Hatchettin weniger deutlich. Beim Ozokerit kann man, wegen der größeren Länge der Mikrolithen, sehr gut erkennen, daß infolge des gleitenden Druckes eine der Richtung des letzteren parallele Orientierung stattgefunden hat; die Ebene der optischen Axen ist hier wieder  $\perp$  zu der Fortbewegungsrichtung des Druckes.

Zum Schlusse führt der Verf. aus, daß die Erscheinung mit den Ergebnissen der klassischen Versuche Springs<sup>2)</sup> über die Krystallisation von Substanzen

1) Bull. Soc. franç. d. Min. 1879, 2, 34.

2) Bull. d. l'Acad. Roy. d. Belg. 1880.

unter Druck und gleitendem Druck im Zusammenhange zu stehen scheint. Spring konnte bekanntlich folgende Schlußfolgerung ziehen: Wenn während der Druckwirkung die Körnchen eines Pulvers an einander schweißen, so geht die Anziehung der Teilchen || zu den Krystallaxen.

Ref.: F. Stöber.

**32. G. Cesàro** (in Lüttich): **Plasticität des Natriumnitrats** (Bull. d. l'Acad. Roy. de Belg. 1903, 438—439).

Der Verf. hat [wie schon früher Tschermak<sup>1)</sup>] beobachtet, daß sich Natriumnitratkrystalle in bezug auf Plasticität ganz wie der isomorphe Galleit verhalten.

Ref.: F. Stöber.

**33. Fr. Wallerant** (in Paris): **Über den Polymorphismus der Nitate** (Compt. Rendus 1903, 137, 805—807).

Bei fallender Temperatur ist das Ammoniumnitrat nach einander regulär, tetragonal, rhombisch, monoklin (pseudotrigonal). Kühlt man noch weiter ab, bis etwas über die Temperatur der festen Kohlensäure, so entstehen zahlreiche Lamellen, welche bald verschwinden, um einen homogenen einaxigen Krystall entstehen zu lassen, dessen Doppelbrechung geringer ist, als die der ersten Krystalle. Der Vorgang ist umkehrbar; die einaxige Form rhomboëdrisch.

Das Cäsiumnitrat ist regulär unterhalb seines Schmelzpunktes und wird bei der Abkühlung rhomboëdrisch. Wenn die Abkühlung fortschreitet bis zur Temperatur der flüssigen Luft, dann nimmt die Doppelbrechung bis Null ab; der Krystall ist dann wieder optisch isotrop; die Umwandlung der rhomboëdrischen Form in die kubische bei aufsteigender Temperatur geschieht plötzlich, bei der Abkühlung dagegen allmählich; der Krystall ist theoretisch noch einaxig (Hauptaxe ist die trigonale), auch wenn er praktisch schon optisch isotrop erscheint.

Ref.: J. Beckenkamp.

**34. Derselbe:** **Über die Bestimmung der Grundform der Krystalle** (Ebenda 137, 1004).

Entsprechend der vom Referenten beim Baryt (diese Zeitschr. 36, 468) und beim Quarz (ebenda 483) gemachten Voraussetzung läßt sich aus der Zwillingbildung ein Schluß ziehen auf die Lage einer Fläche oder einer Kante der Grundform bezüglich des Elementarparallelepipeds.

Bei der Zwillingbildung nach Gleitflächen nimmt eine bestimmte Gerade vor und nach der Schiebung eine zur Gleitfläche symmetrische Lage an. Nach Ansicht des Verfs. bilden die Gleitflächen entweder eine Fläche und eine Kante der Grundform oder eine diagonale Fläche und eine diagonale Gerade derselben (vgl. auch diese Zeitschr. 39, 205).

Mit Hilfe einer zweiten künstlichen Zwillingbildung kann man die Grundform vollständig bestimmen.

Ref.: J. Beckenkamp.

1) Diese Zeitschr. 7, 514.







## VII. Über die optischen Erscheinungen der Krystalle im convergenten polarisierten Lichte.

Von

Francis Pearce in Genf.

(Mit 7 Textfiguren.)

Legt man eine Krystallplatte auf den Objecttisch eines Mikroskopes, so beobachtet man im convergenten Lichte und bei gekreuzten Nicols in der oberen Focalebene des Objectivs eine mehr oder weniger complexe Figur.

Dieselbe hängt ab vom Krystallsystem, dem die Platte angehört, von der Lage der Platte gegenüber den Axen des optischen Ellipsoides und von der Lage der Auslöschungsrichtungen der Platte gegenüber den Hauptschnitten der beiden Nicols.

Die beobachtete Figur besteht, vorausgesetzt, daß man einfarbiges Licht verwendet, aus zwei Arten schwarzer Curven, die wir *E*- und *I*-Curven nennen wollen. Die Curven *E* sind die »isochromatischen Curven«, ihre Form ändert sich nicht, wenn man die Platte dreht. Die *I*-Curven hingegen, welche »Isogyre«-Curven heißen, verändern sich bei der Drehung der Platte im allgemeinen. Verwendet man weißes Licht, so erscheinen die schwarzen Curven *E* gefärbt. Die *I*-Curven hingegen bleiben dunkel, sie werden nur dann farblos, wenn man den Polarisator oder den Analysator um  $90^\circ$  dreht.

Eine Platte *L*, die man auf den Objecttisch des Mikroskopes legt, erhält vom Condensator *C* ein Büschel polarisierter Lichtstrahlen, die nach einem Punkte convergieren, um nachträglich zu divergieren. Diese divergierenden Strahlen treten in die das Objectiv bildende Linse ein und beleuchten Punkte, die in der oberen Focalebene des Objectivs liegen.

Wir nehmen für die folgenden Erläuterungen an, daß die Wellenebenen beim Durchgange durch die verschiedenen lichtbrechenden Flächen, welche den Apparat zusammensetzen, keine Änderungen erleiden. Ferner setzen

wir voraus, daß der Condensator  $C$  und die Platte  $L$  ein aplanatisches System bilden, und daß die convergierenden und die divergierenden Lichtstrahlen, welche durch die Platte hindurchgehen, zwei symmetrisch gelegene Kegel bilden, deren Axen und Spitzen zusammenfallen.

Mit Hilfe der »Indicatrix« (inverses Ellipsoid) ist es nicht schwer, in einem Krystalle die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Lichtschwingungen nach irgend einer Richtung zu berechnen.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß sich nach einer beliebigen Geraden in einem Krystalle zwei Arten von Schwingungen fortpflanzen können. Ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeiten sind umgekehrt proportional den Durchmessern jener Ellipse, nach der das »inverse Ellipsoid« von einer Ebene geschnitten wird, die senkrecht auf der angenommenen Richtung steht.

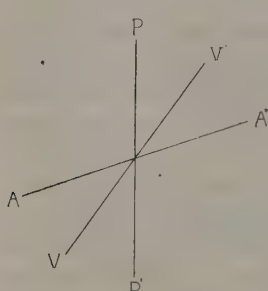
Außerdem liegen die beiden Schwingungen in zwei Ebenen, die durch die gegebene Fortpflanzungsrichtung einerseits und durch je eine Axe der Ellipse andererseits hindurchgehen.

Wenn demnach in eine Platte  $L$  ein Büschel convergierender Lichtstrahlen eintritt, die alle parallel zu einer Ebene polarisiert sind, so werden sich in dieser Platte nach allen Richtungen innerhalb des Kegels zwei Schwingungen fortpflanzen. Diese beiden Schwingungen sind senkrecht zu einander polarisiert, und die eine erleidet beim Durchgange durch die Platte eine Verzögerung ( $T_1 - T_2$ ) in bezug auf die andere, welche Verzögerung von der Fortpflanzungsrichtung, von den Parametern des optischen Ellipsoids und von der Dicke der Platte abhängt.  $T_1$  resp.  $T_2$  sind die Zeiten, welche die beiden Bewegungen zum Durchgange durch die Platte brauchen.

Nach gewissen Richtungen hingegen kann sich nur eine Schwingung fortpflanzen; es sind das jene Richtungen, bei denen eine der Axen des correspondierenden elliptischen Normalschnittes parallel zur Polarisations-ebene des einfallenden Lichtes ist.

Die Intensität  $I$  eines Strahles, der durch die Krystallplatte und durch den Analysator geht, ist durch folgende bekannte Formel gegeben:

Fig. 4.



$$I = \cos^2 \beta + \sin 2\alpha \sin 2(\alpha - \beta) \sin^2 \frac{\pi}{\epsilon} (T_1 - T_2).$$

$\beta$  ist der Winkel, den der Hauptschnitt  $PP'$  des Polarisators mit jenem  $AA'$  des Analysators einschließt (Fig. 4).  $\alpha$  hingegen ist der Winkel, den eine beliebige Schwingung  $VV'$  mit dem Hauptschnitt des Polarisators einschließt.

Sind die Nicols gekreuzt, d. h. ist  $\beta = 90^\circ$ , so nimmt die Gleichung folgende Form an:

$$I = \sin^2 2\alpha \sin^2 \frac{\pi}{\epsilon} (T_1 - T_2).$$

Liegt hingegen  $\alpha$  zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$ , so erreicht die Intensität des Lichtes, das aus dem Analysator austritt, ein Maximum oder ein Minimum, je nach den Werten, die der Ausdruck  $(T_1 - T_2)$  annimmt.

Ist  $T_1 - T_2 = 2n \frac{\tau}{2}$ , so ist  $\sin^2 \frac{\pi}{\tau} (T_1 - T_2) = 0$  und auch  $I = 0$ ;

ist  $T_1 - T_2 = (2n + 1) \frac{\tau}{2}$ , so ist  $\sin^2 \frac{\pi}{\tau} (T_1 - T_2) = 1$ .

$I$  erreicht im zweiten Falle ein Maximum, und hängt nur vom Ausdrücke  $\sin^2 2\alpha$  ab.

Die beiden Lichtschwingungen, die sich nach jedem Strahle, der das konische Strahlenbüschel zusammensetzt, fortpflanzen, erleiden beim Durchgange durch die Platte eine gegenseitige Verzögerung, die von der Lage des Strahles abhängt; ist die Verzögerung gleich einer geraden Anzahl von  $\frac{\tau}{2}$ , so ist die Lichtintensität der Schwingungen gleich null; sie wird hingegen ein Maximum, wenn die Verzögerung gleich einer ungeraden Anzahl von  $\frac{\tau}{2}$  ist.

$I$  nimmt demnach periodisch den Maximal- resp. Minimalwert an, je nachdem die Verzögerung zweier Schwingungen, die sich nach einer gegebenen Richtung fortpflanzen, eine gerade oder ungerade Anzahl einer halben Schwingungsdauer  $\frac{\tau}{2}$  ist; diese Verzögerung hängt nur von der Dicke der Platte und von den Durchmessern der Ellipse ab, die in der Normalenebene auf die betrachtete Fortpflanzungsrichtung liegt; sie ist jedoch unabhängig von der Orientierung der Auslöschungsrichtungen in bezug auf die Hauptschnitte der beiden Nicols. Wir sehen demnach in der Focalebene des Objectivs eine Reihe von Curven, die alternierend hell und dunkel sind; diese Curven verbinden die Punkte gleichen Gangunterschiedes, d. h. sie sind der geometrische Ort der Durchstoßpunkte jener Lichtstrahlen mit der Focalebene des Objectivs, welche beim Durchgange durch die Platte einen constanten Gangunterschied von  $(2n + 1) \frac{\tau}{2}$  resp.  $2n \frac{\tau}{2}$  erlitten haben. Es sind das die isochromatischen Curven, und sie erleiden keine Veränderung, wenn man den Objecttisch dreht.

Ihre Form ist bekannt und kann übrigens sehr leicht und mit genügender Genauigkeit gefunden werden, wenn man die Platte mit der isochromatischen Fläche von Bertin zum Schnitte bringt. Letztere ist bekanntlich der geometrische Ort aller Punkte mit gleicher Verzögerung.

Die Lichtintensität  $I$ , die aus dem Analysator austritt, wird außerdem noch null, wenn

$$\sin^2 2\alpha = 0 \quad \text{wird.}$$

Diese Gleichung wird befriedigt, wenn  $\alpha = 0$  oder  $\alpha = 90^\circ$ . Es genügen dieser Bedingung jene Fortpflanzungsrichtungen, für welche eine der Axen der Ellipsen der correspondierenden Normalschnitte parallel zum Hauptschnitte des Polarisators oder Analysators ist.

Es ist leicht einzusehen, daß die Lage jener Richtungen, nach welchen sich Schwingungen fortpflanzen, die der Gleichung

$$\sin^2 2\alpha = 0$$

entsprechen, von der Orientierung des optischen Ellipsoides der Platte in bezug auf die Spuren der Hauptschnitebenen von Polarisator oder Analysator abhängt; somit hängt die Lage auch ab vom Winkel, den eine Auslöschungsrichtung der Platte mit dem Polarisator einschließt.

(Wir lassen hier den speciellen Fall, in dem die Platte senkrecht ist zur optischen Axe eines einaxigen Krystalles, einstweilen bei Seite.)

Die Lichtstrahlen, die der Gleichung  $\sin^2 2\alpha = 0$  genügen, gehen somit in der Focalebene des Objectivs eine dunkle Curve, deren Form bei der Drehung der Platte sich ändert.

Wird die Platte durch weißes Licht beleuchtet, so ist die Lichtintensität  $I'$ :

$$I' = \sin^2 2\alpha \sum \sin^2 \frac{\pi}{\tau} (T_1 - T_2).$$

Da der Ausdruck  $\sin^2 2\alpha$  die Größe  $\tau$ , also die Schwingungsdauer der betrachteten Schwingung nicht enthält, so folgt daraus, daß die Intensität der »dunklen Curven« unabhängig von der Natur des verwendeten Lichtes ist.

Dies ist jedoch nicht der Fall für die isochromatischen Curven, die vom Ausdrucke  $\sin^2 \frac{\pi}{\tau} (T_1 - T_2)$ , also von der Schwingungsdauer abhängen, die nicht dieselbe ist für die verschiedenen Schwingungen, welche das weiße Licht zusammensetzen. Es folgt daraus die Färbung der isochromatischen Curven.

Wenn die Form der  $E$ -Curven im allgemeinen gut bekannt ist und übrigens leicht von den isochromatischen Flächen abgeleitet werden kann, so kann dies von den  $I$ -Curven nicht behauptet werden, und die verschiedenen mir bekannten Arbeiten behandeln diese Frage nur sehr unvollständig, indem sie sich nur mit den Strahlen befassen, die sehr schwach gegen die Axe des Mikroskopes geneigt sind, was aber praktisch nicht genügt; auch berücksichtigen sie beim Aufstellen der Gleichungen für die schwarzen Curven die Elemente des Ellipsoids nicht, von denen doch zweifellos die Art und die Parameter der Curve abhängen.

Die Indicatrix hat, auf ihre Hauptaxen bezogen, folgende Gleichung:

$$a^2 x^2 + b^2 y^2 + c^2 z^2 = 1.$$

In dieser Gleichung sind  $a, b, c$  die drei Hauptgeschwindigkeiten der Wellenebenen. Wenn die betrachtete Krystallplatte nach einer beliebigen Richtung geschnitten ist, so sind die Axen  $a, b, c$  gegen die Ebene der Platte geneigt. Führen wir aber die Gleichung des Ellipsoids auf die Auslöschungsrichtungen und auf die Normale der Platte als Axen zurück, so nimmt dieselbe folgende Form an:

$$a'x'^2 + b'y'^2 + c'z'^2 + ey'x' + fx'z' = 1.$$

Die Coëfficienten dieser Gleichung hängen demnach von der Orientierung unseres Schnittes gegenüber den drei Hauptaxen des Ellipsoids ab.

Wenn wir die Krystallplatte drehen, so drehen sich die Axen  $x'$  und  $y'$  mit, da sie ja mit den Auslöschungsrichtungen zusammenfallen.

Es ist jedoch vorteilhafter ein fixes Axensystem zu haben. Wir gehen deshalb durch eine Drehung um den Winkel  $\theta$  im Sinne des Uhrzeigers und um  $Z$  als Drehungsaxe zu einem neuen, rechtwinkligen Axensystem über, dessen Axen (Fig. 2)  $X, Y, Z$  bzw. parallel sind zum Hauptschnitte des Polarisators, des Analysators und zur optischen Axe des Mikroskops.

Die Gleichung des Ellipsoids wird nun die Form haben:

$$AX^2 + BY^2 + CZ^2 + DXY + EYZ + FXZ = 1. \quad (1)$$

In dieser Gleichung ist:

$$\begin{aligned} A &= a' \cos^2 \theta + b' \sin^2 \theta, & D &= (a' - b') \sin 2\theta, \\ B &= a' \sin^2 \theta + b' \cos^2 \theta, & E &= e \cos \theta + f \sin \theta, \\ C &= c', & F &= f \cos \theta - e \sin \theta. \end{aligned}$$

$\theta$  ist somit der Winkel, den eine der Auslöschungsrichtungen der Platte mit der Normalen zum Hauptschnitte des Analysators einschließt, sein Sinn wird entgegengesetzt dem Sinne des Uhrzeigers gezählt.

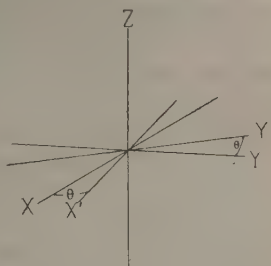
Wenn die Lichtstrahlen gegen die Axe des Mikroskops nur sehr schwach geneigt sind, so können sich nach zwei Reihen von Richtungen Lichtschwingungen fortpflanzen, die der Gleichung genügen

$$\sin^2 2\alpha = 0.$$

Es sind dies die Geraden, die auf jenen Ellipsenschnitten senkrecht stehen, deren eine Axe in der Hauptschnittebene des Polarisators oder Analysators liegt.

Handelt es sich indessen um Lichtstrahlen, die um einen beliebigen Winkel von der Axe des Instrumentes abweichen, so werden die dunklen Curven von jenen Strahlen gebildet, deren Schwingungen auch dann noch

Fig. 2.





senkrecht zum Hauptschnitte des Analysators stehen, nachdem der Strahl das lichtbrechende System, bestehend aus Condensator, Krystallplatte und Objectiv passiert hat.

Eine vom Polarisator ausgehende Schwingung erleidet nach jeder Brechung eine gewisse Rotation, die von der Orientierung der Polarisations-ebene und vom Einfall- und Brechungswinkel abhängt.

Wenn der von der Einfall- und von der Polarisations-ebene eingeschlossene Winkel einen Wert  $\omega$  hat, so erreicht dieser Winkel nach der Brechung den Wert  $\omega'$ , der durch die bekannte Formel gegeben ist:

$$\tan \omega' = \frac{\tan \omega}{\cos (i - r)},$$

$i$  und  $r$  sind der Einfall- und der Brechungswinkel. Die Krystallplatte empfängt deshalb nicht ein Bündel von Lichtstrahlen, die alle parallel zu einer gegebenen Ebene polarisiert sind, sie erhält in Wirklichkeit unendlich viele nach verschiedenen Ebenen polarisierte Strahlen. Dasselbe Princip läßt sich auch auf die Strahlen anwenden, welche die Platte ausstrahlt; auch sie erleiden eine Rotation durch die aufeinanderfolgenden Brechungen in den Linsen des Objectivs.

Um die Sache zu vereinfachen, wollen wir jedoch in der Folge annehmen, daß die aus dem Condensator kommenden Schwingungen parallel zum Hauptschnitte des Polarisators sind, und daß auch die von der Platte ausgehenden Schwingungen keine Richtungsänderung erfahren, trotz der Brechungen, die sie im Objectiv erleiden.

Um unter diesen Voraussetzungen die Form der dunklen Curven zu finden, brauchen wir nur die Geraden  $OD$  zu suchen, die auf jenen Ellipsenschnitten senkrecht stehen, deren eine Axe im Hauptschnitte des Polarisators liegt.

Wenn wir bei fester Lage der Krystallplatte und des Analysators den Polarisator um  $90^\circ$  drehen, so erhalten wir dadurch farblose Curven; diese sind durch die Richtungen  $OD'$  jener Geraden gegeben, welche senkrecht auf Ellipsenschnitten stehen, von denen eine Axe parallel zum Hauptschnitte des Analysators ist. Es handelt sich deshalb nur darum, die Richtungen  $OD$  und  $OD'$  zu finden. Die Ellipsen, welche durch die ebenen Schnitte erhalten werden, die senkrecht auf die Richtungen  $OD$  und  $OD'$  stehen, können leicht gefunden werden, indem man die Gleichung des Ellipsoides auf ein neues rechtwinkeliges Axensystem  $x, y, z$  bezieht, in welchem  $z$  parallel zu  $OD$  oder  $OD'$  ist.

Macht man hierauf  $z = 0$ , so erhält man eine Beziehung zwischen  $x$  und  $y$  die nichts anderes ist, als die Gleichung der Schnittcurve; aus dieser Gleichung können wir dann die Bedingungen ableiten, welchen die Geraden  $OD$  und  $OD'$  unterworfen sind, damit eine der Ellipsenachsen parallel zum Hauptschnitte des Polarisators oder des Analysators ist.

Die Untersuchung wird etwas vereinfacht, wenn man die neue  $x$ -Axe (die sich auf die Gerade  $OD$  bezieht), in die Ebene  $xx$  fallen läßt, und die  $y$ -Axe (für die Gerade  $OD'$ ) in die Ebene  $xy$ .

Damit  $z$  parallel zu  $OD$  wird (Fig. 3), drehen wir das Axensystem  $XYZ$  zunächst um die Axe  $y$  um einen Winkel  $\varphi$ , im Sinne von  $Z$  gegen  $X$ , und wir gehen somit zum Axensystem  $XYZ'$  über. Dann drehen wir dieses Axensystem um die Axe  $x$  und um einen Winkel  $\psi$ , so daß wir schließlich das Axensystem  $xyz$  haben; in diesem System ist  $z$  parallel zu  $OD$  und  $x$  liegt in der Ebene  $ZX$ , d. h. in der Hauptschnittebene des Polarisators.

Fig. 3.

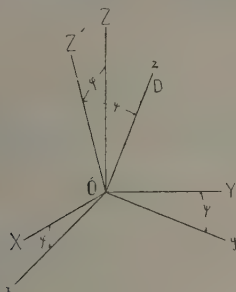
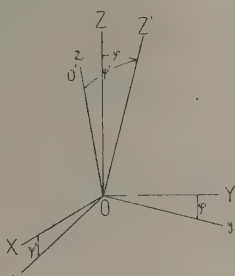


Fig. 4.



Für  $OD'$  verfahren wir in analoger Weise, d. h. wir drehen (Fig. 4) das System  $XYZ$  zuerst um die Axe  $X$  und um einen Winkel  $\varphi'$ , dann um die Axe  $Y$  um einen Winkel  $\psi'$ , so daß die neue  $Z$ -Axe parallel zu  $OD'$  ist.

Zu diesem Zwecke wenden wir in der Rechnung die bekannten Transformationsformeln an und erhalten:

1. Damit  $Z$  parallel zu  $OD$  wird:

$$\begin{aligned} X &= x \cos \varphi + z' \sin \varphi, & Y &= y \cos \psi + z \sin \psi, \\ Z &= z' \cos \varphi - x \sin \varphi, & Z' &= z \cos \psi - y \sin \psi. \end{aligned}$$

2. Damit  $Z$  parallel zu  $OD'$  wird:

$$\begin{aligned} Y &= y \cos \varphi' + z' \sin \varphi', & X &= x \cos \psi' + z \sin \psi', \\ Z &= z' \cos \varphi' - y \sin \varphi', & Z' &= z \cos \psi - x \sin \psi. \end{aligned}$$

Führen wir diese Werte in die Ellipsoidgleichung (1) ein, so erhalten wir:

$$A' x^2 + B' y^2 + C' z^2 + D' xy + E' yz + F' xz = 1, \quad (2)$$

$$A'' x^2 + B'' y^2 + C'' z^2 + D'' xy + E'' yz + F'' xz = 1. \quad (3)$$

Die Coefficienten der Veränderlichen haben in diesen Gleichungen folgende Werte:

$$A' = (A - C) \cos^2 \varphi - \frac{F}{2} \sin 2\varphi + C,$$

$$\begin{aligned}
B' &= [(A - C) \sin^2 \varphi + \frac{F}{2} \sin 2\varphi + C] \sin^2 \psi + B \cos^2 \psi \\
&\quad - \frac{1}{2} [D \sin \varphi + E \cos \varphi] \sin 2\psi, \\
C' &= [(A - C) \sin^2 \varphi + \frac{F}{2} \sin 2\varphi + C] \cos^2 \psi + B \sin^2 \psi \\
&\quad + \frac{1}{2} [D \sin \varphi + E \cos \varphi] \sin 2\psi, \\
D' &= [(D \cos \varphi - E \sin \varphi) \cos \psi - [(A - C) \sin 2\varphi + F \cos 2\varphi] \sin \psi, \\
E' &= [B - (A - C) \sin^2 \varphi - \frac{F}{2} \sin 2\varphi - C] \sin 2\psi + [D \sin \varphi \\
&\quad + E \cos \varphi] \cos 2\psi, \\
F' &= [D \cos \varphi - E \sin \varphi] \sin \psi + [(A - C) \sin 2\varphi + F \cos 2\varphi] \cos \psi, \\
A'' &= [(B - C) \sin^2 \varphi' + \frac{E}{2} \sin 2\varphi' + C] \sin^2 \psi' + A \cos^2 \psi' \\
&\quad - \frac{1}{2} [D \sin \varphi' + F \cos \varphi'] \sin 2\psi', \\
B'' &= (B - C) \sin^2 \varphi' + \frac{E}{2} \sin 2\varphi' + C, \\
C'' &= [(B - C) \sin^2 \varphi' + \frac{E}{2} \sin 2\varphi' + C] \cos^2 \psi' + A \sin^2 \psi' \\
&\quad + \frac{1}{2} [D \sin \varphi' + F \cos \varphi'] \sin 2\psi', \\
D'' &= [D \cos \varphi' - F \sin \varphi'] \cos \psi' - [(B - C) \sin 2\varphi' + E \cos 2\varphi'] \sin \psi', \\
E'' &= [D \cos \varphi' - F \sin \varphi'] \sin \psi' + [(B - C) \sin 2\varphi' + E \cos 2\varphi'] \cos \psi', \\
F'' &= [A - (B - C) \sin^2 \varphi' - \frac{E}{2} \sin 2\varphi' - C] \sin 2\psi' \\
&\quad + [D \sin \varphi' + F \cos \varphi'] \cos 2\psi'.
\end{aligned}$$

Die Ellipsen, nach denen das Ellipsoid von den Ebenen, welche senkrecht zu  $OD$  oder  $OD'$  stehen, geschnitten wird, haben eine ihrer Axen in den Ebenen  $xz$  und  $zy$ , wenn der Coefficient des Rechteckes  $xy$  in den Gleichungen (2) und (3) gleich Null wird. Setzen wir also diesen Coefficienten gleich Null, so bekommen wir die Beziehungen zwischen  $\varphi$  und  $\psi$  oder  $\varphi'$  und  $\psi'$ , denen die Geraden  $OD$  und  $OD'$  genügen müssen.

Wir erhalten demnach:

$$\begin{aligned}
[D \cos \varphi - E \sin \varphi] \cos \psi - [(A - C) \sin 2\varphi + F \cos 2\varphi] \sin \psi &= 0, \\
[D \cos \varphi' - F \sin \varphi'] \cos \psi' - [(B - C) \sin 2\varphi' + E \cos 2\varphi'] \sin \psi' &= 0.
\end{aligned}$$

Da die Winkel  $\varphi$  und  $\varphi'$  zwischen 0 und  $\frac{\pi}{2}$  liegen, liegen auch die Werte von  $\psi$  und  $\psi'$  zwischen 0 und  $\frac{\pi}{2}$  oder zwischen  $\pi$  und  $\frac{3}{2}\pi$ , wenn die Coefficienten von  $\cos \psi$ ,  $\sin \psi$  usw. das gleiche Zeichen haben; sie liegen zwischen  $\frac{\pi}{2}$  und  $\pi$  oder zwischen  $\frac{3}{2}\pi$  und  $2\pi$ , wenn sie entgegengesetzte Vorzeichen haben.

Ersetzt man in den obigen Gleichungen  $A$ ,  $B$ ,  $C$  usw. durch ihre Werte, so erhält man:

$$\tang \psi = \frac{(a' - b') \sin 2\theta \cos \varphi - (e \cos \theta + f \sin \theta) \sin \varphi}{(f \cos \theta - e \sin \theta) \cos 2\varphi + [(a' - b') \cos^2 \theta + b' - c'] \sin 2\varphi},$$

$$\operatorname{tang} \psi' = \frac{(a' - b') \sin 2\theta \cos \varphi' - (f \cos \theta - e \sin \theta) \sin \varphi'}{(f \sin \theta + e \cos \theta) \cos 2\varphi' + [(a' - b') \sin^2 \theta + b' - c'] \sin 2\varphi'}.$$

Das sind also, in Polarcoordinaten ausgedrückt, die Gleichungen der Flächen, auf denen die Wellennormalen liegen, durch deren Schnitt man die Isogyren erhält.

Diese Gleichungen vereinfachen sich wesentlich, wenn der geführte Schnitt senkrecht auf einer der Hauptaxen des optischen Ellipsoides steht.

Setzen wir also:  $e = 0$ ,  $f = 0$ , und  $a' = a^2$ ,  $b' = b^2$ ,  $c' = c^2$ , so erhalten wir:

$$\operatorname{tang} \psi = \frac{\sin 2\theta}{2 \left[ \cos^2 \theta + \frac{c^2 - b^2}{b^2 - a^2} \right] \sin \varphi},$$

$$\operatorname{tang} \psi' = \frac{\sin 2\theta}{2 \left[ \sin^2 \theta + \frac{c^2 - b^2}{b^2 - a^2} \right] \sin \varphi'}.$$

Setzen wir zur Vereinfachung:

$$\operatorname{tang} \psi = \frac{R}{\sin \varphi} \quad \text{und} \quad \operatorname{tang} \psi' = \frac{R'}{\sin \varphi'},$$

so erhalten wir, wenn wir von den Polarcoordinaten zu rechtwinkligen Coordinaten übergehen:

$$XY - RX^2 = RZ^2, \quad (6)$$

$$XY - R'X^2 = R'Z'^2. \quad (7)$$

Diese Gleichungen stellen zwei Kegel zweiten Grades dar, deren Spitzen im Axenursprunge liegen. Um sich davon zu überzeugen, genügt eine einfache Umwandlung der Coordinaten, so daß das Rechteck  $XY = 0$  wird. Dies wird erreicht durch eine Drehung der Axen  $X$  und  $Y$  um  $Z$  und zwar entgegengesetzt dem Sinne des Uhrzeigers um einen Winkel  $\mu$  für die erste und um einen Winkel  $\nu$  für die zweite Gleichung.

Diese Kegel werden durch jene Wellennormalen gebildet, aus denen die dunklen, resp. hellen Curven entstehen, je nachdem die Nicols gekreuzt oder parallel sind.

Bezeichnen wir die neuen Axen mit  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$ , so erhalten wir:

$$\xi^2 \left[ \frac{\sin 2\mu}{2} - R \cos^2 \mu \right] - \eta'^2 \left[ \frac{\sin 2\mu}{2} + R \sin^2 \mu \right] = \zeta^2 R, \quad (8)$$

$$\xi'^2 \left[ \frac{\sin 2\nu}{2} - R' \sin^2 \nu \right] - \eta'^2 \left[ \frac{\sin 2\nu}{2} + R' \cos^2 \nu \right] = \zeta'^2 R'. \quad (9)$$

Die Winkel  $\mu$  und  $\nu$  werden durch die Coefficienten von  $\xi$  und  $\eta = 0$  bestimmt:

$$\cos 2\mu + R \sin 2\mu = 0,$$

$$\cos 2\nu - R' \sin 2\nu = 0.$$

Sind  $R$  und  $R'$  positiv, so liegt  $2\mu$  zwischen  $\frac{\pi}{2}$  und  $\pi$ , daher  $\mu$  zwischen  $\frac{\pi}{4}$  und  $\frac{\pi}{2}$ ; hingegen liegt  $2\nu$  zwischen 0 und  $\frac{\pi}{2}$ , daher  $\nu$  zwischen 0 und  $\frac{\pi}{4}$ . Sind aber  $R$  und  $R'$  negativ, so variiert  $\mu$  zwischen 0 und  $\frac{\pi}{4}$  und  $\nu$  zwischen  $\frac{\pi}{4}$  und  $\frac{\pi}{2}$ .

Für die Discussion dieser Gleichungen ist es vorteilhafter,  $\mu$  und  $\nu$  zu eliminieren, so daß man erhält:

$$\xi^2 [\sin 2\mu - R(1 + \cos 2\mu)] - \eta^2 [\sin 2\mu + R(1 - \cos 2\mu)] = 2\zeta^2 R,$$

$$\xi'^2 [\sin 2\nu - R'(1 - \cos 2\nu)] - \eta'^2 [\sin 2\nu + R'(1 + \cos 2\nu)] = 2\zeta'^2 R'.$$

Andererseits hat man:

$$\tan 2\mu = -\frac{1}{R}, \quad \tan 2\nu = \frac{1}{R'}.$$

Nach den bekannten Formeln können wir auch schreiben:

$$\sin 2\mu = \frac{1}{\sqrt{R^2 + 1}}, \quad \cos 2\mu = \frac{-R}{\sqrt{R^2 + 1}},$$

$$\sin 2\nu = \frac{1}{\sqrt{R'^2 + 1}}, \quad \cos 2\nu = \frac{R'}{\sqrt{R'^2 + 1}}.$$

Setzen wir das ein, so erhalten wir:

$$\xi^2 \left( \frac{\sqrt{R^2 + 1}}{R} - 1 \right) - \eta^2 \left( \frac{\sqrt{R^2 + 1}}{R} + 1 \right) = 2\zeta^2, \quad (12)$$

$$\xi'^2 \left( \frac{\sqrt{R'^2 + 1}}{R'} - 1 \right) - \eta'^2 \left( \frac{\sqrt{R'^2 + 1}}{R'} + 1 \right) = 2\zeta'^2. \quad (13)$$

Die Vorzeichen der Coefficienten von  $\xi, \eta$  usw. sind natürlich immer dieselben wie die von  $R$  oder  $R'$ , und ändern  $R$  oder  $R'$  ihre Vorzeichen, so ändert sich auch das des ersten Gliedes der Gleichungen.

Ist für den Kegel  $OD$  (Gleichung 12)  $R$  positiv, und machen wir in der Gleichung  $\xi = K$ , so bleibt uns eine Beziehung zwischen  $\zeta$  und  $\eta$ , die nichts anderes ist, als die Gleichung einer Ellipse, deren Axen parallel zu  $\zeta$  und  $\eta$  sind.  $\xi$  ist demnach die Axe eines Kegels, dessen Schnitt senkrecht zur Axe eine Ellipse ist. Ist  $R$  negativ, so wird  $\eta$  die Kegelaxe. Dasselbe gilt auch für den Kegel  $OD'$ . Die Form der dunklen oder hellen Curven wird demnach erhalten durch einen Schnitt senkrecht zu  $\zeta$ .

Zu diesem Zwecke genügt es  $\zeta = K$  zu setzen, und man erhält auf diese Weise, wie man leicht einsieht, immer eine Hyperbel, deren reelle Axe je nach dem Zeichen von  $R$  entweder mit  $\xi$  oder mit  $\eta$  übereinstimmt.

Wenn  $R$  und  $R'$  gleich Null werden, so gehen diese beiden Gleichungen



in jene zweier Ebenen über, die senkrecht, resp. parallel zu den Hauptschnitten der Nicols sind.

Fassen wir nochmals kurz alles zusammen, so sehen wir, daß alle Wellennormalen, die sich in einem Krystalle fortpflanzen, und die der Bedingung  $\sin^2 2\alpha = 0$  entsprechen, auf zwei Kegeln gelegen sind, wenn  $\theta > 0$  ist. Die Schnitte senkrecht zur Kegelaxe sind Ellipsen, wenn die Platte  $\perp$  zu einem Hauptschnitte des Ellipsoides geschnitten ist, deren Axenverhältnis übrigens mit  $\theta$  variiert; ist  $\theta = 0$ , so liegen die Wellennormalen in den Hauptschnitten des Polarisators, resp. Analysators.

Aus dem Vorhergehenden haben wir gesehen, daß die dunklen Curven die Schnitte sind von einer Ebene, welche senkrecht zur Verticalaxe steht, mit jenen Flächen, die von der Gesamtheit der Geraden  $OD$  und  $O'D'$  gebildet werden.

Setzen wir demnach  $\zeta = K$ , so erhalten wir je nach den Werten von  $\theta$  entweder zwei Hyperbeln oder zwei auf einander senkrecht stehende Gerade.

### Optisch zweiaxige Krystalle.

#### 1. Schnitt senkrecht zu $n_g$ <sup>1)</sup>.

Die Form und die Elemente der dunklen Curven lassen sich leicht aus den Gleichungen (6) und (7) ableiten:

$$\begin{aligned} XY - R X^2 &= R Z^2, \\ XY - R' Y^2 &= R' Z^2. \end{aligned}$$

Zieht man die specielle Lage des Schnittes in Rechnung, so hat man:

$$R = \frac{\sin 2\theta}{2 \left[ \cos^2 \theta + \frac{4}{\tan^2 V} \right]}, \quad R' = \frac{\sin 2\theta}{2 \left[ \sin^2 \theta + \frac{4}{\tan^2 V} \right]}.$$

Hierbei ist  $2V$  der optische Axenwinkel des Krystalles; er ist durch folgende Gleichungen mit dem Ellipsoid verbunden:

$$\sin^2 V = \frac{b^2 - a^2}{c^2 - a^2}, \quad \cos^2 V = \frac{c^2 - b^2}{c^2 - a^2}, \quad \tan^2 V = \frac{b^2 - a^2}{c^2 - b^2}.$$

$\theta$  ist der Winkel, der von  $n_p$  und der Spur des Hauptschnittes des Polarisators eingeschlossen wird.

Die Ableitungen:

$$\frac{dR}{d\theta} \quad \text{und} \quad \frac{dR'}{d\theta},$$

gleich Null gesetzt, liefern für  $\theta$  die Werte:

<sup>1)</sup>  $n_g, n_m, n_p$  sind die drei Hauptbrechungsindices des Minerals und zwar  $n_g > n_m > n_p$ .

$$-\cos^2 \theta = \frac{1}{2 + \tan^2 V}; \quad \sin^2 \theta = \frac{1}{2 + \tan^2 V},$$

für welche Werte  $R$  und  $R'$  ein Maximum werden.

Ist der Krystall positiv, so ist  $V < 45^\circ$  und die Werte von  $\theta$ , für welche  $R$  und  $R'$  ein Maximum wird, liegen für  $R$  zwischen  $45^\circ$  und  $54^\circ 44'$  und für  $R'$  zwischen  $45^\circ$  und  $35^\circ 16'$ . Ist hingegen der Krystall negativ, so liegen diese Werte für  $R$  zwischen  $54^\circ 44'$  und  $90^\circ$  und für  $R'$  zwischen  $35^\circ 16'$  und  $0^\circ$ .

Da  $\cos \theta = \sin(\theta + 90^\circ) = \sin(90^\circ - \theta)$ , so sind  $R$  und  $R'$  gleichzeitig 0 für  $\theta = 0^\circ$ , oder für  $\theta = 90^\circ$ ; wenn  $\theta$  wächst, wächst  $R$  ebenfalls, erreicht ein Maximum, um dann wieder abzunehmen und wird gleich Null, wenn  $\theta = 90^\circ$  wird. Dasselbe gilt auch für  $R'$ , das dieselben Werte erreicht, jedoch für die Winkel  $\theta + \frac{\pi}{2}$ , oder  $\frac{\pi}{2} - \theta$ . Die Curven von

Fig. 5.

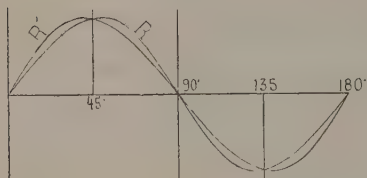


Fig. 5 zeigen das Verhältnis dieser Functionen bei einem Krystalle, in welchem  $2V = 60^\circ$ .

In den Gleichungen (8) und (9) behalten die Coëfficienten der Veränderlichen dasselbe Zeichen für alle Werte, die  $\theta$  zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  annimmt. Die Axen der beiden

Kegel liegen, wenn man sich auf die vorhergehenden Gleichungen bezieht, im Winkel  $XOY$ .  $R$  und  $R'$  ändern ihr Zeichen, wenn  $\theta 90^\circ$  erreicht; die Kegelaxen kommen dann in den Winkel  $YO-X$  zu liegen usw.

Da andererseits  $\mu = 90^\circ - \nu$  und  $\mu > 45^\circ$  ist, während  $V < 45^\circ$  ist, so werden diese beiden Axen zu beiden Seiten einer Geraden  $OA$ , die unter  $45^\circ$  zu  $OX$  geneigt ist, je einen Winkel  $\omega$  und  $\omega'$  bilden.

Ist  $\theta = 0^\circ$ , so fallen die Axen der beiden Kegel mit dieser Geraden  $OA$  zusammen. Dreht man nun die Platte, so wachsen  $R$  und  $R'$ , die beiden Axen der Kegel  $OD$  und  $OD'$  trennen sich von einander und beschreiben beiderseits von  $OA$  die Winkel  $\omega$  und  $\omega'$ , welche einander gleich werden, wenn  $\theta = 45^\circ$  ist, welche ein Maximum erreichen, um dann wieder abzunehmen und gleich Null zu werden, wenn  $\theta = 90^\circ$  wird. Für einen positiven Krystall ist die Platte in diesem Falle senkrecht zur spitzen Bisectrix.  $R$  und  $R'$  liegen, wenn  $V = 45^\circ$  ist, zwischen 0 und 0,35 und die größten Werte der Winkel, welche die Kegelaxen  $OD$  und  $OD'$  mit  $OA$  einschließen können, sind ungefähr  $9\frac{1}{2}^\circ$ .

Wir haben also gesehen, daß die Kegelaxen immer im selben Quadranten liegen, welchen Wert auch  $\theta$  haben möge. Die beiden Kegel  $OD$  und  $OD'$  schneiden sich und es wäre interessant, die Richtung der Schnitt-

geraden, die natürlich durch den Axenursprung gehen muß, zu suchen. Zu diesem Zwecke beziehen wir die Gleichungen der Flächen auf ein und dasselbe Axensystem  $\xi\eta\zeta$ ; durch die bereits weiter oben angewendete Umwandlung erhalten wir:

$$\begin{aligned} \xi^2 \left[ \frac{\sin 2\mu}{2} - R \cos^2 \mu \right] - \eta^2 \left[ \frac{\sin 2\mu}{2} + R \sin^2 \mu \right] \\ + \xi\eta [\cos 2\mu + R \sin 2\mu] = \zeta^2 R, \\ \xi^2 \left[ \frac{\sin 2\mu}{2} - R' \sin^2 \mu \right] - \eta^2 \left[ \frac{\sin 2\mu}{2} + R' \cos^2 \mu \right] \\ + \xi\eta [\cos 2\mu - R' \sin 2\mu] = \zeta^2 R'. \end{aligned}$$

Wenn wir  $\eta = 0$  setzen, so erhalten wir zwei Beziehungen zwischen  $\xi$  und  $\zeta$ , die nichts anderes sind, als die Gleichungen der Schnittgeraden der beiden Kegel mit der Ebene  $\xi\zeta$ .

Ferner kann man dem Winkel  $\mu$  einen Wert geben, so daß die Winkelcoefficienten dieser Geraden gleich werden:

$$\frac{\xi}{\zeta} = \pm \sqrt{\frac{R}{\frac{\sin 2\mu}{2} - R \cos^2 \mu}}, \quad (14)$$

$$\frac{\xi}{\zeta} = \pm \sqrt{\frac{R'}{\frac{\sin 2\mu}{2} - R' \sin^2 \mu}}. \quad (15)$$

Die Ebene  $\xi\zeta$  enthält dann die Schnitte der Kegel  $OD$  und  $OD'$  und wir erhalten auf diese Weise:

$$\frac{R}{\sin 2\mu - 2R \cos^2 \mu} = \frac{R'}{\sin 2\mu - 2R' \sin^2 \mu}$$

und daraus:

$$\tan 2\mu = \frac{2RR'}{R' - R}.$$

Ersetzen wir  $R$  und  $R'$  durch ihre Werte, so erhalten wir:

$$\tan 2\mu = \tan 2\theta.$$

Der Schnitt der beiden Kegel liegt demnach in einer Ebene, die durch die Normale auf die Platte und durch die Richtung der negativen Auslöschung ( $n_p$ ) bestimmt ist, d. h. er liegt in der optischen Axenebene, welche mit dem Polarisator einen Winkel  $\theta$  einschließt. Wenn wir in den Gleichungen (14) oder (15)  $\mu$  und  $R$  durch ihre Werte ersetzen, so erhalten wir:

$$\frac{\xi^2}{\zeta^2} = \frac{b^2 - a^2}{c^2 - b^2} = \tan^2 V.$$

Die beiden Kegel  $OD$  und  $OD'$  schneiden sich demnach in den optischen

Axen. Gehen wir wieder zurück zu den Gleichungen (6) und (7) und setzen wir  $Z = K$ , so erhalten wir die Gleichungen der dunklen oder hellen Curven, welche die Platte liefert. Diese Curven bestehen aus zwei Hyperbeln  $H$  und  $H'$ , welche sich auf der Spur der optischen Axenebene schneiden, welches immer der Wert von  $\theta$  sein mag.

Die Entfernung der Scheitel der Hyperbeln kann aus den Gleichungen (8) und (9) abgeleitet werden und es ist leicht einzusehen, daß sie mit der Drehung der Platte größer wird, gleichzeitig mit  $R$ , oder  $R'$  das Maximum erreicht, dann wieder abnimmt, um für  $\theta = 90^\circ$  Null zu werden. Der Maximalwert der reellen Axe wird nicht gleichzeitig durch beide Curven erreicht, sondern für einen Winkel  $\theta$  erreicht die eine, für einen Winkel  $\theta + \frac{\pi}{2}$  oder  $\frac{\pi}{2} - \theta$  erreicht die andere Curve ihr Maximum. Was die Asymptoten dieser Hyperbeln betrifft, so ist die eine fix und entweder zur Spur des Analysators oder zu seiner Normalen parallel; die andere schließt mit denselben Richtungen einen veränderlichen Winkel ein. So bekommt man für die Hyperbel  $H$  aus der Gleichung (6), in der man  $Z = K$  macht:

$$Y = \frac{RK^2}{X} + RX, \quad \text{wenn } X = 0, \quad Y = \infty,$$

$$\frac{Y}{X} = \frac{RK^2}{X^2} + R, \quad \text{wenn } X = \infty, \quad \frac{Y}{X} = R.$$

Eine Asymptote dieser Hyperbel ist demnach immer parallel zum Hauptschnitte des Analysators und die andere schließt mit seiner Normalen einen veränderlichen Winkel  $E$  ein:

$$\text{tang } E = R.$$

Die Hyperbel  $H'$  hat eine Asymptote, die senkrecht zum Hauptschnitte des Analysators steht und die andere schließt mit diesem einen Winkel  $E'$  ein:

$$\text{tang } E' = R'.$$

Eine Platte, die senkrecht zum Brechungsquotienten  $n_g$  geschnitten ist, zeigt demnach bei gekreuzten Nicols ein schwarzes Kreuz, dessen Arme parallel zu den Hauptschnitten der Nicols sind. Dreht man die Platte, so verschwindet das Kreuz und es wird durch eine Hyperbel ersetzt. Der Scheitelabstand wächst mit  $\theta$ , erreicht ein Maximum und wird Null bei einer Drehung der Platte von 0 zu  $\frac{\pi}{2}$ . Eine der Asymptoten dieser Hyperbel ist parallel zum Hauptschnitte des Analysators, die andere schließt mit seiner Normalen einen veränderlichen Winkel ein. Dreht man den Polarisator, so daß er parallel zum Analysator wird, so hat man entweder ein farbloses Kreuz oder eine farblose Hyperbel; eine Asymptote dieser Hyperbel ist senkrecht zum Hauptschnitte des Analysators. Diese beiden Hyperbeln schneiden sich in der optischen Axe.

2. Schnitt senkrecht zu  $n_m$ .

Auch in diesem Falle pflanzen sich die Wellen, welche die dunklen, resp. farblosen Curven liefern, auf den beiden Kegeln fort, die durch die Gleichungen (6) und (7) gegeben sind. Jedoch haben wir hier:

$$R = \frac{\sin 2\theta}{2(\cos^2 \theta - \cos^2 V)}, \quad (46)$$

$$R' = \frac{\sin 2\theta}{2(\sin^2 \theta - \cos^2 V)}. \quad (47)$$

$\theta$  ist der Winkel, den  $n_p$  mit der Senkrechten auf die Spur des Analysatorhauptschnittes einschließt.

Die Zeichen von  $R$  und  $R'$  sind demnach veränderlich je nach dem Werte den wir  $\theta$  geben, und sie hängen ab von dem Werte  $\theta$  in bezug auf  $V$ . Daher werden  $R$  und  $R'$  nicht immer dasselbe Vorzeichen haben.

Der Krystall ist positiv, wenn  $V < 45^\circ$  und negativ, wenn  $V > 45^\circ$  ist.

Wenn  $\theta = 0$  ist, so sind auch  $R$  und  $R'$  gleichzeitig 0; wächst hingegen  $\theta$ , so ist  $R$  fortwährend positiv und wächst bis  $\theta = V$  geworden ist. In diesem Grenzfalle wird  $R = \infty$  und nimmt dann die Werte zwischen  $-\infty$  und 0 an, während  $\theta$  zwischen  $V$  und  $90^\circ$  variiert.

Ist der Krystall positiv, so ist  $R$  positiv und zunehmend, wenn man den Objecttisch um einen kleineren Winkel als  $45^\circ$  dreht. Ist der Krystall negativ, so ist  $R$  positiv und zunehmend, wenn man den Objecttisch um einen größeren Winkel als  $45^\circ$  dreht. Anders verhält es sich mit der Function  $R'$ ; diese ist negativ und variiert von 0 bis  $-\infty$ , so lange  $\theta$  kleiner als  $\frac{\pi}{2} - V$  ist; ist der Krystall positiv, so tritt dies bei einer Drehung des Objecttisches um einen Winkel der größer als  $45^\circ$  ist, ein; ist der Krystall positiv, so variiert  $R'$  in der angegebenen Weise, wenn man den Objecttisch um einen Winkel der kleiner als  $45^\circ$  ist, dreht. Ist  $\theta = 90^\circ - V$ , so wird die Function  $R' = \infty$ , wechselt dann plötzlich das Zeichen und nimmt von  $+\infty$  bis 0 ab, wenn man den Objecttisch um einen Winkel der größer, resp. kleiner als  $45^\circ$  ist, dreht, je nach dem optischen Zeichen des Krystalles.

Ist  $\theta$  größer als  $\frac{\pi}{2}$ , so sind  $R$  und  $R'$  in denselben Zwischenräumen positiv oder negativ, als wie wenn  $\theta$  kleiner als  $\frac{\pi}{2}$  ist, jedoch mit dem Unterschiede, daß jene Function die in einem Zwischenraume wachsend war, nun für denselben Zwischenraum abnehmend wird, und umgekehrt.

Der Verlauf dieser Functionen für positive und negative Krystalle mit  $2V = 60^\circ$  tritt durch die Curven Figg. 6 und 7 besser hervor; die Werte für  $R$  oder  $R'$  sind auf der  $Y$ -, die für  $\theta$  auf der  $X$ -Axe aufgetragen worden.



Aus den Gleichungen (12) und (13) können wir die Gleichungen jener dunklen resp. hellen Curven ableiten, die uns der vorliegende Schnitt liefert. Wir brauchen hierzu nur  $\zeta = K$  zu setzen und für  $R$  und  $R'$  die entsprechenden Werte einzuführen. Dies gibt:

$$\xi^2 \left( \frac{\sqrt{R^2 + 1}}{R} - 1 \right) - \eta^2 \left( \frac{\sqrt{R^2 + 1}}{R} + 1 \right) = 2K^2,$$

$$\xi'^2 \left( \frac{\sqrt{R'^2 + 1}}{R'} - 1 \right) - \eta'^2 \left( \frac{\sqrt{R'^2 + 1}}{R'} + 1 \right) = 2K^2.$$

Fig. 6.

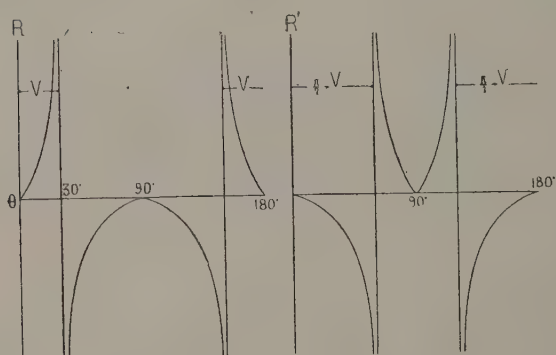
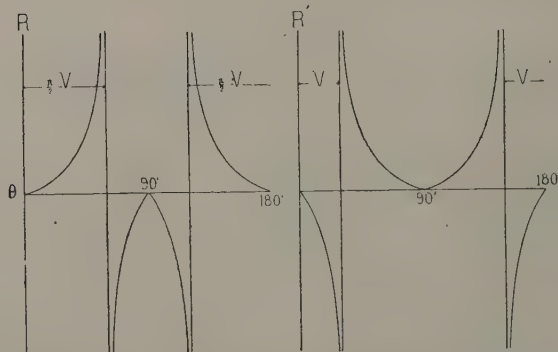


Fig. 7.



Wir haben hier ebenso wie im vorhergegangenen Falle zwei Hyperbeln, jedoch sehen wir hier folgendes: Wenn  $\theta$  von  $0^\circ$  an wächst, so ist  $R$  positiv und wächst von  $0^\circ$  bis  $+\infty$ , wenn man den Objecttisch um einen Winkel dreht, der kleiner, respective größer ist als  $45^\circ$ , je nachdem das optische Zeichen positiv oder negativ ist.  $R'$  hingegen variiert von 0 bis

$-\infty$  für eine Drehung von  $\frac{\pi}{2} - \theta'$ . Die Hyperbel  $H$ , welche den Wellennormalen  $OD$  entspricht, hat demnach  $\xi$  zur reellen Axe und zwar wird diese immer in jenen Quadranten sein, wo  $n_p$  zu liegen kommt, während für die Hyperbel  $H'$  die reelle Axe  $\eta'$  in jenen Quadranten ist, wo  $n_g$  liegt.

Die Halbaxen  $a$  und  $a'$  jeder dieser Curven haben folgenden Wert:

$$a = \pm K \sqrt{\frac{2R}{\sqrt{R^2 + 1} - R}},$$

$$a' = \pm K \sqrt{\frac{2R'}{\sqrt{R'^2 + 1} - R'}}.$$

Sie haben also Werte, die rasch mit  $\theta$  wachsen; außerdem ist zu bemerken, daß  $a$  schneller  $\infty$  werden wird als  $a'$ , und zwar um so schneller, je kleiner der Winkel  $2V$  der optischen Axen ist. Für einen positiven Krystall wird die reelle Axe der Hyperbel  $H$  unendlich, wenn man den die Platte tragenden Objecttisch um einen Winkel  $\theta'$  dreht, der kleiner als  $45^\circ$  ist. Dasselbe gilt für  $H'$  bei einer Drehung um mehr als  $45^\circ$ .

Bei einem negativen Krystalle tritt natürlich das Gegenteil ein. Wenn wir also die Platte drehen, so erhalten wir zwei Hyperbeln  $II$  und  $II'$ , welche schnell aus dem Gesichtsfelde des Instrumentes heraustreten, jede jedoch bei einem anderen Drehungswinkel; übrigens sind diese Drehungswinkel complementär.

Bei einem positiven Krystalle wird sich zum Beispiel eine dunkle Hyperbel  $II$  in jenen Quadranten bilden, wo  $n_p$  liegt, und eine farblose  $II'$  in jenen, wo  $n_g$  liegt, wenn man den Polarisator parallel zum Analysator stellt. Diese letztere wird bei einer Drehung um einen größeren Winkel noch sichtbar sein, als dies bei  $II$  der Fall war. Die Curven Fig. 7 sind diesbezüglich sehr lehrreich; die Hyperbel  $H'$  wäre auch bei gekreuzten Nicols sichtbar, denn die Schwingungen der Wellen, durch die sie entsteht, weichen nicht wesentlich von der Normalen auf dem Hauptschnitte des Analysators ab.

Dreht man die Platte weiter, so wird die reelle Axe der Hyperbel  $II$  unendlich; dann wird  $\xi$  die imaginäre und  $\eta$  die reelle Axe. Da  $R$  abnimmt, so müssen wir jetzt eine Hyperbel in das Feld durch jene Quadranten eintreten sehen, in denen  $n_g$  liegt. Für  $II'$  hingegen hat der Axenwechsel noch nicht stattgefunden, er wird erst nach einer Drehung um  $\frac{\pi}{2} - \theta'$  eintreten. Diese Hyperbel wird ebenfalls in das Feld eintreten, aber durch jene Quadranten, in denen  $n_p$  liegt. Ist  $\theta = 0^\circ$  oder  $\theta = 90^\circ$ , so reducieren

sich die dunklen, resp. hellen Curven zu zwei Geraden, die zu den Hauptschnitten der Nicols parallel sind.

Bei einem negativen Krystalle haben wir ebenfalls zwei Serien von Curven, eine dunkle und eine helle; eine derselben, die Hyperbel  $H$ , entspricht den Wellennormalen  $OD$  und sie bildet sich in jenen Quadranten, in welchen  $n_p$  liegt. Auch sie tritt aus dem Gesichtsfelde heraus, wenn man die Platte dreht, jedoch weniger schnell als die Hyperbel  $H'$ , welche durch die Wellennormalen  $OD'$  gebildet wird, und in jene Quadranten zu liegen kommt, welche  $n_g$  enthalten.

Diese Auflösung des Kreuzes in zwei Hyperbeln, welche sich ungleich schnell trennen, ist um so ausgesprochener und somit um so deutlicher, je kleiner der optische Axenwinkel ist; ist  $2V = 90^\circ$ , so ist die Auflösung der Hyperbeln  $H$  und  $H'$  vollkommen identisch.

Hierin liegt vielleicht ein Mittel, das in einigen Fällen angewendet werden könnte, um das optische Zeichen eines zweiaxigen Krystalles mit Hilfe des Schnittes  $\parallel$  zu  $n_g$  und  $n_p$  zu bestimmen.

Das optischen Zeichen des Krystalles wäre demnach durch das Zeichen jener Vibration gegeben, die sich in jenem Quadranten befindet, wo die Hyperbeln bei der größten Drehung der Platte noch im Felde bleiben.

### 3. Schnitt senkrecht zu $n_p$ .

Für einen senkrecht zu  $n_p$  geführten Schnitt haben wir:

$$R = \frac{\sin 2\theta}{2 \left[ \cos^2 \theta + \frac{1}{\tan^2 V'} \right]}, \quad R' = \frac{\sin 2\theta}{2 \left[ \sin^2 \theta + \frac{1}{\tan^2 V'} \right]}.$$

$\theta$  ist der Winkel, der von  $n_g$ , d. h. von der Spur der optischen Axenebene und vom Hauptschnitte des Polarisators [Nicol +] gebildet wird.  $V'$  mißt den halben optischen Axenwinkel, gezählt um die Senkrechte auf den Schnitt.

Die Form der Curven wird wieder von den Gleichungen (12) und (13) abhängen; da außerdem die Functionen  $R$  und  $R'$  vollständig jenen gleichen, welche wir für den Schnitt senkrecht zu  $n_g$  gefunden haben, so werden wir hier eine dem bereits untersuchten Fall I vollständig analoge Erscheinung haben.

Die dunklen und farblosen Curven bestehen demnach aus zwei Hyperbeln, die sich in der Spur der optischen Axenebene schneiden; wenn  $\theta = 0^\circ$  oder  $\theta = 90^\circ$  ist, so vereinigen sich diese Curven zu einem Kreuz, dessen Arme parallel zu den Hauptschnitten der Nicols sind.

### Optisch einaxige Krystalle.

Wir haben es hier mit einem Grenzfall zu tun, und die für die optisch zweiaxigen Krystalle erhaltenen Formeln können auch hier angewendet werden; wir haben hier einfach zu setzen:

$$2V = 0.$$

Es genügt ja, wenn man zu den optisch einaxigen Krystallen übergehen will, einfach den optischen Axenwinkel  $O$  werden zu lassen:

#### 1. Schnitt senkrecht zur optischen Axe.

Führen wir in dem Ausdrucke für  $R$  und  $R'$  den speciellen Wert, den  $2V$  hier hat, ein, so bekommen wir:

$$R = 0, \quad R' = 0.$$

Dieses Resultat ist natürlich unabhängig von  $\theta$  und vom optischen Zeichen des Krystalles, die Gleichungen (6) und (7) werden demnach:

$$XY = 0$$

und stellen somit zwei Ebenen dar, die durch die Coordinatenachsen  $ZX$  und  $ZY$  hindurchgehen; ihre Schnitte mit einer Ebene, welche senkrecht zu  $Z$  ist, liefern demnach zwei Gerade, die aufeinander senkrecht stehen und den Richtungen der Nicolhauptschnitte folgen. Dieser Schnitt wird deshalb im convergenten Lichte ein Kreuz liefern, welches immer das optische Zeichen des Krystalles sein mag; auch wird sich das Kreuz bei der Drehung des Objecttisches nicht verändern, da die abgeleitete Formel unabhängig von  $\theta$  ist.

#### 2. Schnitt parallel zur optischen Axe.

Gehen wir wieder zu den Gleichungen (16) und (17) zurück, in denen  $V$  der Winkel ist, den eine der optischen Axen mit  $n_y$  einschließt, und  $\theta$  jener, den  $n_p$  mit dem Hauptschnitte des Polarisators bildet, so erhalten wir, wenn der Krystall positiv ist:

$$R = -\cotg \theta, \quad R' = -\tang \theta.$$

Ferner bekommen wir durch Substitution in die Gleichungen (12) und (13):

$$\eta^2 \left[ \frac{1}{\cos \theta} - 1 \right] - \xi^2 \left[ \frac{1}{\cos \theta} + 1 \right] = 2K^2,$$

$$\eta'^2 \left[ \frac{1}{\sin \theta} - 1 \right] - \xi'^2 \left[ \frac{1}{\sin \theta} + 1 \right] = 2K^2.$$

Die erste dieser Gleichungen ist jene einer dunklen Curve, welche

durch die Wellennormale  $OD$  gegeben ist; das ist eine Hyperbel, deren reelle Axe mit  $\iota$  zusammenfällt; diese Axe ist nicht constant, sie hängt von  $\theta$  ab, und nimmt von  $+\infty$  bis 0 ab, wenn man  $\theta$  von 0 bis  $\frac{\pi}{2}$  wachsen läßt. Die zweite Gleichung stellt ebenfalls eine Hyperbel vor; diese ist gegeben durch die Wellennormale  $OD'$ , die reelle Axe fällt mit  $\iota'$  zusammen, aber sie wächst von 0 bis  $\infty$ , wenn man die Platte um einen Winkel von 0 bis  $\frac{\pi}{2}$  dreht. Beide reellen Axen dieser Curven liegen in den Quadranten wo  $n_g$ , d. h. die optische Axe des Krystalles liegt.

Ist der Krystall negativ, so bekommen wir:

$$R = \tan \theta, \quad R' = \cotg \theta,$$

$$\xi^2 \left[ \frac{1}{\sin \theta} - 1 \right] - \iota^2 \left( \frac{1}{\sin \theta} + 1 \right) = 2K^2,$$

$$\xi'^2 \left[ \frac{1}{\cos \theta} - 1 \right] - \eta'^2 \left( \frac{1}{\cos \theta} + 1 \right) = 2K^2.$$

Die beiden auf die Geraden  $OD$  und  $OD'$  bezogenen Gleichungen sind jene zweier Hyperbeln, deren reelle Axen  $\xi$  und  $\xi'$  in jene Quadranten fallen, wo  $n_p$ , die optische Axe des Krystalles, liegt. Variiert  $\theta$  zwischen 0 und  $\frac{\pi}{2}$ , so nimmt die Länge der reellen Axe der ersten Hyperbel von  $+\infty$  bis 0 ab, während die der zweiten von 0 bis  $+\infty$  wächst.

Ist  $\theta = 0$  oder  $\theta = 90^\circ$ , so reduciren sich in beiden Fällen die Hyperbeln auf zwei Gerade, die zu den Nicolhauptschnitten parallel sind. Ein zur optischen Axe parallel geführter Schnitt liefert demnach ein Kreuz, wenn die Auslöschungsrichtungen parallel zu den Nicolhauptschnitten sind. Dreht man die Platte, so löst sich dieses Kreuz auf und liefert zwei Hyperbeln, welche sich stets in jenen Quadranten bilden, wo die optische Axe liegt. Die eine dieser Hyperbeln (die dunkle bei gekreuzten Nicols) entsteht durch die Wellennormalen  $OD$ , tritt ins Feld ein und die Länge ihrer reellen Axe nimmt von  $+\infty$  bis 0 ab, wenn  $\theta$  von 0 bis  $\pi$  wächst; die andere (die farblose bei parallelen Nicols) entsteht durch die Wellennormalen  $OD'$ , sie tritt aus dem Felde hinaus, wenn  $\theta$  von 0 bis  $\frac{\pi}{2}$  wächst, da ihre Axe von 0 bis  $\infty$  zunimmt.

Da  $R$  oder  $R'$  sehr rasch mit  $\theta$  variieren, sobald  $\theta$  einen bestimmten Wert  $\theta' < 45^\circ$  erreicht hat, was übrigens bei der Drehung der Platte sehr schnell eintritt, so werden die Scheitel der austretenden Hyperbel außerhalb des Feldes liegen, während jene der eintretenden Hyperbel erst dann in das Feld gelangen, wenn  $\theta = \frac{\pi}{2} - \theta'$  wird.



Die austretende, farblose Hyperbel, die man bei parallelen Nicols sieht, wird bei gekreuzten Nicols ebenfalls eine austretende, dunkle Curve liefern, denn die Richtung der durchgehenden Schwingungen weicht wesentlich von der Senkrechten zum Analysatorhauptschnitte ab.

Die Bestimmung des optischen Zeichens mit Hilfe eines Schnittes parallel zu  $n_g n_p$  eines einaxigen Krystalles ist also, wie man aus dem Vorhergehenden ersieht, immer und ohne jede Zweideutigkeit möglich. Zu diesem Zwecke genügt es, zu beobachten, in welchen Quadranten die ein-, resp. austretenden Hyperbeln. sichtbar sind. Da die optische Axe immer in den gleichen Quadranten liegt, so hat man einfach durch die gewöhnlichen Verfahren das Zeichen jener Richtung zu bestimmen.

---

## VIII. Stereometrie hemiëdrischer Formen des regulären Systems<sup>1)</sup>.

von

Kajetan Lippitsch in Graz.

(Hierzu Tafel II.)

Ἦώς ἡλάντων ἔλεγε τὸν θεὸν αἰ  
γεωμετρεῖν. Plutarch 8. Buch, 2. Kap.  
seiner Συμπόσιανα.<sup>2)</sup>

Diese Arbeit ist eine Fortsetzung meiner in dieser Zeitschr. 1903, 38, 227) erschienenen Abhandlung: »Stereometrie der isoaxialen Formen des regulären Krystallsystems«. Die hier gewonnenen Gleichungen und Formeln werden in der vorliegenden Untersuchung oft benutzt werden. Um also Wiederholungen zu vermeiden, habe ich im Texte dieser Arbeit oft auf Formeln der ersteren hingewiesen und dies durch ein l. c. ersichtlich gemacht. Erhebliche Schwierigkeiten bietet die Form  $\alpha(hkl)$ ; ich wollte ursprünglich die Oberfläche  $O_{mOn}$  direct aus der Fläche  $EO_1H$  Fig. 4

2

der Tafel II bestimmen. Die auf diesem Wege gewonnenen Ausdrücke erreichten aber einen Umfang, der schier unübersehbar war. Nach längerem Probieren fand ich schließlich den im folgenden eingeschlagenen Weg, der in überraschend einfacher Weise zum Ziele führt. Zum Schlusse verweise ich noch auf eine in der Zeitschrift für österr. Gymnasien (1903, Heft VII) einschlägige Arbeit, sowie auf das vorjährige Programm unserer Anstalt. Im Anhange wird noch die Form  $\pi(hkl)$  behandelt.

1) Vergl. Naumann, Reine und angewandte Krystallographie I, 422—477. Im übrigen gilt hier dasselbe, was ich in meiner vorjährigen Programmarbeit S. 10 (Fußnote) gesagt habe.

2) Für die freundliche Mitteilung dieser Stelle sei hier Herrn Univ.-Prof. Dr. H. Schenkl bestens gedankt.

### I. Das Tetraëder ( $\alpha(111)$ ) = $\frac{O}{2}$ (Fig. 1, Taf. II).

Wie aus der Figur unmittelbar ersichtlich ist, beträgt die Länge der Tetraëderkante das Doppelte der Oktaëderkante. Bezeichne ich erstere mit  $S$ , so ist  $S = 2s = 2a\sqrt{2}$ , wenn  $a = OA$ . Das Volumen  $\frac{V_O}{2}$  und die Oberfläche  $\frac{O_O}{2}$  sind daher durch folgende Gleichungen gegeben:

$$\frac{V_O}{2} = \frac{S^3 \sqrt{2}}{12} = \frac{(2a\sqrt{2})^3 \sqrt{2}}{12} = \frac{8a^3}{3}, \quad (1)$$

da  $V_O = \frac{4a^3}{3}$ , ist  $\frac{V_O}{2} = 2V_O$ .

Ferner ist:

$$\frac{O_O}{2} = 4a^2 \cdot 2\sqrt{3} = 8a^2\sqrt{3}, \quad (2)$$

da  $O_O = 4a^2\sqrt{3}$ , ist  $\frac{O_O}{2} = 2O_O$ .

### II. Das Trigondodekaëder ( $\alpha(hhk)$ ) = $\frac{nOn}{2}$ (Fig. 2, Taf. II).

Um das Volumen von  $\frac{nOm}{2}$  zu bestimmen, benutze ich die Gleichung:

$\frac{V_{nOn}}{2} = \frac{V_O}{2} + 4py$ , wobei  $py$  dem Volumen der Pyramide  $HJJ_1i$  gleich ist. Um die Höhe einer solchen Pyramide zu finden, benutze ich folgende Gleichungen (vergl. l. c. S. 239):

$$OG = \frac{an(n+1)\sqrt{3}}{n^2 + 3n + 2} \text{ und } OG_1 = \frac{a}{\sqrt{3}} = \text{Länge der trigonalen Zwischenaxe des Oktaëders.}$$

Daher:

$$OG - OG_1 = \frac{an(n+1)\sqrt{3}}{n^2 + 3n + 2} - \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{2a(n-1)}{(n+2)\sqrt{3}} = h, \quad (1)$$

wo  $h$  die Höhe einer solchen Pyramide ist.

Daher:

$$\begin{aligned} \frac{V_{nOn}}{2} &= \frac{8a^3}{3} + 4 \cdot \frac{S^2 \sqrt{3} \cdot 2a(n-1)}{4 \cdot 3 \cdot (n+2)\sqrt{3}} = \frac{8a^3}{3} + \frac{16a^3(n-1)}{3(n+2)} \\ &= \frac{8a^3}{3} \left( 1 + \frac{2(n-1)}{n+2} \right) = \frac{8a^3 n}{n+2}, \end{aligned} \quad (2)$$

welche Formel für  $n = 1$  in  $\frac{8a^3}{3} = \frac{V_O}{2}$  und für  $n = \infty$  in  $8a^3 = V_{\infty n}$  übergeht.

$$\frac{V_{nOn}}{2} : V_{nOn} = \frac{8a^3n}{n+2} : \frac{8a^3n^2}{n^2+3n+2} = \frac{1}{n+2} : \frac{n}{(n+2)(n+1)} = (n+1) : n.$$

Wird  $n = 1$ , dann wird dieses Verhältnis  $2 : 1$ , wie wir es beim Tetraëder fanden. Wird  $n = \infty$ , dann wird das Verhältnis  $1 : 1$ , das heißt die hemiëdrische Form des Würfels ist wieder ein Würfel.

Zur Bestimmung von  $O_{nOn}$  ist die Kenntnis des Dreieckes  $GHJ_1$  notwendig. Für  $FB$  und  $BG = JG$  fanden wir (l. c. S. 236 und 237) folgende Werte:

$$FB = \frac{an\sqrt{2}}{n+1}, \quad BG = \frac{an\sqrt{n^2+2n+3}}{n^2+3n+2}.$$

Daher ist:  $FS = FG \sin \frac{\varphi}{2}$ , wenn  $\angle \varphi = \angle FGB$ .

Daher:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \frac{an\sqrt{2}}{2(n+1)} : \frac{an\sqrt{n^2+2n+3}}{n^2+3n+2} = \frac{n+2}{\sqrt{2(n^2+2n+3)}}. \quad (3)$$

Ferner ist  $AH = GH \sin \frac{\varphi}{2}$  oder

$$a\sqrt{2} = GH \frac{n+2}{\sqrt{2(n^2+2n+3)}},$$

$$\text{woraus} \quad GH = \frac{a\sqrt{2} \sqrt{2(n^2+2n+3)}}{n+2}. \quad (4)$$

Daher ist endlich:

$$\triangle GHJ_1 = \frac{(GH)^2 \sin \varphi}{2} = \frac{2a^2 \cdot (n^2+2n+3)}{(n+2)^2} \cdot \sin \varphi; \quad (5)$$

$$\text{aus} \cdot \sin \frac{\varphi}{2} = \frac{n+2}{\sqrt{2(n^2+2n+3)}} \text{ folgt } \sin \varphi = \frac{(n+2)\sqrt{n^2+2}}{n^2+2n+3}. \quad (6)$$

$$\text{Daher:} \quad \triangle GHJ_1 = \frac{2a^2 \sqrt{n^2+2}}{n+2}. \quad (7)$$

$$\text{Endlich ist:} \quad \frac{O_{nOn}}{2} = \frac{24a^2 \sqrt{n^2+2}}{n+2}, \quad (8)$$

welche Formel für

$$n = 1 \text{ in } \frac{24a^2 \sqrt{3}}{3} = 8a^2 \sqrt{3} = O_o$$

und für

$$n = \infty \text{ in } 24a^2 = O_{\infty O_{\infty}} \quad \text{übergeht.}$$

$$\begin{aligned} \frac{O_{nOn}}{2} : O_{nOn} &= \frac{24a^2 \sqrt{n^2+2}}{n+2} : \frac{12a^2n(\sqrt{Z_1} + \sqrt{Z_2})}{(n+1)^2(n^2+3n+2)} \\ &= 2(n+1)^3(\sqrt{n^2+2}) : n(\sqrt{Z_1} + \sqrt{Z_2}). \end{aligned}$$

Wird  $n = 4$ , dann wird dieses Verhältnis:

$$16\sqrt{3} : (\sqrt{108} + \sqrt{12}) = 16\sqrt{3} : 4\sqrt{12} = 16\sqrt{3} : 8\sqrt{3} = 2 : 1,$$

wie beim Tetraëder.

$$\sqrt{Z_1} = \sqrt{n^6 + 6n^5 + 15n^4 + 24n^3 + 30n^2 + 24n + 8} \text{ und} \\ \sqrt{Z_2} = \sqrt{n^6 + 2n^5 + 3n^4 + 4n^3 + 2n^2} \text{ vergl. I. c. S. 239).}$$

### III. Das Deltoiddodekaëder ( $\chi(hhk)$ ) = $\frac{nO}{2}$ (Fig. 3, Taf. II).

Zur Bestimmung von  $\frac{VnO}{2}$  und  $\frac{OnO}{2}$  ist die Kenntnis des Deltoides  $ADCG$  nötig. Es ist aber  $ADCG = ACG + ADC$ . Lege ich das sphärische Dreieck  $UVW$  mit dem Kugelmittelpunkte in  $C$ , so ist  $V = 180^\circ - \varphi$ ,  $W = 45^\circ$ ,  $u = 45^\circ$ , wo  $\tan \varphi = n\sqrt{2}$  (vergl. I. c. S. 232).

Es ist:  $\cos U = \frac{\cos V \sin (W - w_1)}{\sin w_1}$ , wenn

$$\cotg w_1 = \tan V \cos u = \tan (180^\circ - \varphi) \frac{1}{\sqrt{2}} = -\frac{\tan \varphi}{\sqrt{2}} = -n. \quad (1)$$

Ferner ist  $\sin (W - w_1) = \sin W \cos w_1 - \cos W \sin w_1$

$$\text{oder } \sin (W - w_1) = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{n}{\sqrt{n^2 + 1}} + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{n^2 + 1}} = \frac{n + 1}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{n^2 + 1}}, \quad (2)$$

$$\cos U = \frac{\cos V \cdot \frac{n + 1}{\sqrt{2} \sqrt{n^2 + 1}}}{\frac{1}{\sqrt{n^2 + 1}}} = \frac{\frac{1}{\sqrt{1 + 2n^2}} \cdot \frac{n + 1}{\sqrt{2} \sqrt{n^2 + 1}}}{\frac{1}{\sqrt{n^2 + 1}}}. \quad (3)$$

Es ist nämlich:

$$\tan V = \tan (180^\circ - \varphi) = -\tan \varphi = -n\sqrt{2}$$

und daher:  $\cos V = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 V}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 2n^2}},$

ferner ist:  $\cotg w_1 = -n$ , daher  $\tan w_1 = -\frac{1}{n}$

und auch:  $\cos w_1 = \frac{n}{\sqrt{n^2 + 1}}$  und  $\sin w_1 = -\frac{1}{\sqrt{n^2 + 1}}.$

Es ist also:  $\cos U = -\frac{n + 1}{\sqrt{1 + 2n^2} \cdot \sqrt{2}}. \quad (4)$

Aus dem sphärischen Dreiecke  $UVW$  folgt weiter:

$$\sin w : \sin u = \sin W : \sin U$$



oder  $\sin w : \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} : \sqrt{1 - \frac{(n+1)^2}{2(1+2n^2)}}$

und  $\sin w = \frac{\sqrt{1+2n^2}}{\sqrt{2}\sqrt{3n^2-2n+1}}$  (5)

und  $\tan w = \frac{\sqrt{1+2n^2}}{2n-1}$ , (6)

daher ist die von  $G$  auf  $AC$  gefällte Höhe

$$h = \frac{a\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{1+2n^2}}{2n-1}$$

und die Fläche  $ACG = \frac{a\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{a\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{1+2n^2}}{2n-1} = \frac{a^2}{2} \cdot \frac{\sqrt{1+2n^2}}{(2n-1)}$ . (7)

Die Fläche des Deltoides ist also gleich der Summe der Dreiecke  $ACG + ACD$ .

Daher  $f_\delta = \frac{a^2}{2} \cdot \frac{\sqrt{1+2n^2}}{2n-1} + \frac{a^2}{2} \cdot \frac{\sqrt{2n^2+1}}{2n+1} = f_\delta = \frac{2a^2n\sqrt{1+2n^2}}{4n^2-1}$ ,

wenn  $ACD = \frac{a^2\sqrt{2n^2+1}}{2(2n+1)} = A$  (vergl. l. c. S. 235).

Daher ist  $\frac{OnO}{2} = 12f_\delta = \frac{24a^2n\sqrt{1+2n^2}}{4n^2-1}$ . (8)

Für  $n=1$  wird  $\frac{OnO}{2} = \frac{24a^2\sqrt{3}}{3} = 8a^2\sqrt{3} = \frac{O_O}{2}$ .

Für  $n=\infty$  wird  $\frac{OnO}{2} = \frac{24a^2 \cdot n \cdot n\sqrt{2}}{4n^2} = 6a^2\sqrt{2} = O_{\infty O}$

(vergl. l. c. S. 229).

$$\frac{OnO}{2} : \frac{O_O}{2} : \frac{24a^2n\sqrt{1+2n^2}}{4n^2-1} : \frac{12a^2\sqrt{2n^2+1}}{2n+1} = 2n : 2n-1;$$

wird  $n=1$ , dann ist das Verhältnis  $\frac{O_O}{2} : O_O = 2:1$ , wird  $n=\infty$ , dann ist  $\frac{O_{\infty O}}{2} : O_{\infty O} = 1:1$ , d. h.  $\infty O$  wird durch diese Hemiedrie nicht verändert.

#### Berechnung von $\frac{VnO}{2}$ .

In Fig. 2 (l. c.) ist  $DF' = \frac{a\sqrt{2n^2+1}}{\sqrt{2}(2n+1)}$  (vergl. l. c. S. 235). Daher

ist die von  $D$  auf  $OF'$  gefällte Höhe des Dreieckes  $ODF'$  gegeben durch:

$$h_1 = FD \sin \varphi; \quad (9)$$

da  $\tan \varphi = n\sqrt{2}$ , so ist  $\sin \varphi = \frac{n\sqrt{2}}{\sqrt{1+2n^2}}$  (10)

und 
$$h_1 = \frac{a\sqrt{2n^2+1}}{\sqrt{2}(2n+1)} \cdot \frac{n\sqrt{2}}{\sqrt{1+2n^2}} = \frac{an}{2n+1}. \quad (11)$$

Das Volumen der Pyramide  $ABOD$  ist daher gegeben durch

$$V(ABOD) = \frac{a^2}{2} \cdot \frac{an}{3(2n+1)} = \frac{a^3n}{6(2n+1)}. \quad (12)$$

Nehme ich  $ABD$  als Grundfläche derselben Pyramide und nenne ich den senkrechten Abstand dieser Fläche vom Mittelpunkte  $Ox$ , dann ist:

$$\frac{a^2\sqrt{2n^2+1}}{2(2n+1)} \cdot \frac{x}{3} = \frac{a^3n}{6(2n+1)}, \quad (13)$$

woraus 
$$x = \frac{an}{\sqrt{2n^2+1}}, \quad (14)$$

Daher ist endlich  $\frac{V_{n0}}{2} = 12py$ , wenn  $py$  das Volumen der Pyramide  $ADCGO$  ist.

$$py = \frac{2a^2n\sqrt{1+2n^2}}{4n^2-1} \cdot \frac{an}{3\sqrt{2n^2+1}} \quad (15)$$

und 
$$\frac{V_{n0}}{2} = \frac{24a^3n^2}{3(4n^2-1)} = \frac{8a^3n^2}{4n^2-1}. \quad (16)$$

Wird  $n=1$ , so wird  $\frac{V_{n0}}{2} = \frac{V_0}{2} = \frac{8a^3}{3}$ .

Wird  $n=\infty$ , so wird  $\frac{V_{n0}}{2} = V_{\infty 0} = 2a^3$ .

$$\frac{V_{n0}}{2} : V_{n0} = \frac{8a^3n^2}{4n^2-1} : \frac{4a^3n}{2n+1} = 2n : 2n-1.$$

Für  $n=1$  wird  $\frac{V_0}{2} : V_0 = 2:1$ , für  $n=\infty$  wird  $\frac{V_{\infty 0}}{2} : V_{\infty 0} = 1:1$ , ein Verhältnis, wie es sich schon bei der Oberfläche ergab.

#### IV. Das Hexakistetraëder ( $\chi(hkl)$ ) = $\frac{mOn}{2}$ (Fig. 4, Taf. II).

Zur Bestimmung von  $\frac{V_{mOn}}{2}$  bzw.  $\frac{OmOn}{2}$  ist die Kenntnis folgender Größen nötig:

$$EO = a, OO_1, EO_1, HO, HO_1;$$

ferner werden in der Rechnung folgende Winkel gebraucht:  $\sphericalangle R_1, \sphericalangle r, \sphericalangle T_1, \sphericalangle t, \sphericalangle u, \sphericalangle v, \sphericalangle w, \sphericalangle b$ . Aus dem Dreiecke  $OO_1D$  (Fig. 4 l. c.) folgt:

$$OO_1 : O_1D = \sin \nu : \sin \varphi \text{ und da } O_1D = \frac{am\sqrt{2m^2+m^2n^2+2mn^2+n^2}}{(m+1)(m+mn+n)},$$

so ist:

$$OO_1 = \frac{amVN}{(m+1)(m+mn+n)} \cdot \frac{n(m+1)}{VN} : \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{amn\sqrt{3}}{m+mn+n}. \quad (1)$$

$$\text{Ferner ist: } EO_1 = \frac{EO - OO_1}{\cos \psi}, \text{ wenn } \tan^2 \psi = \frac{4 \cdot EO \cdot OO_1 \sin^2 \frac{\omega}{2}}{(EO - OO_1)^2},$$

wo  $\omega$  den Winkel  $EOO_1$  bedeutet.

Aus Fig. 1 l. c. folgt:

$$\cos AOD = \cos \omega = \frac{a}{2} : \frac{a\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{\sqrt{3}},$$

$$\text{daher } \sin \frac{\omega}{2} = \sqrt{1 - \frac{1}{3}} = \sqrt{\frac{2}{3}} \quad \text{und} \quad \sin^2 \frac{\omega}{2} = \frac{2}{3}. \quad (2)$$

Daher ist:

$$\begin{aligned} \tan^2 \psi &= \frac{4 \cdot a^2 mn \sqrt{3}}{m+mn+n} \cdot \frac{(\sqrt{3}-1)}{2} : \left( a - \frac{amn\sqrt{3}}{m+mn+n} \right)^2 \\ &= \frac{2mn(\sqrt{3}-1)(m+mn+n)}{(m+n+mn-\sqrt{3}mn)^2}, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\text{woraus} \quad \cos \psi = \frac{m+n+mn-\sqrt{3}mn}{\sqrt{(m+n)^2 + 2m^2n^2}}, \quad (4)$$

$$EO_1 = \frac{a - \frac{amn\sqrt{3}}{m+mn+n}}{\frac{m+n+mn-\sqrt{3}mn}{\sqrt{(m+n)^2 + 2m^2n^2}}} = \frac{a\sqrt{(m+n)^2 + 2m^2n^2}}{m+mn+n}. \quad (5)$$

Discussion der Formel (5).

$$1) \quad m = n = 1.$$

$$EO_{1(m=n=1)} = \frac{a\sqrt{2^2+2}}{3} = \frac{a\sqrt{2} \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{3} \sqrt{3}} = \frac{a\sqrt{2}}{\sqrt{3}},$$

d. h. geht  $mOn$  in  $O$  über, so wird  $EO = \frac{2}{3}$  der Höhe des Oktaëderdreieckes. Es ist wirklich

$$\frac{2}{3} \frac{a\sqrt{2}\sqrt{3}}{2} = \frac{a\sqrt{2}}{\sqrt{3}}.$$

$$2) \quad m = n = \infty.$$

$$EO_{1(m=n=\infty)} = \frac{a\sqrt{4m^2+2m^4}}{2m+m^2} = \frac{a\sqrt{2m}\sqrt{2+m^2}}{m(2+m)} = \frac{a\sqrt{2}\sqrt{2+m^2}}{2+m},$$

für  $m = \infty$  wird  $EO_1 = a\sqrt{2}$ . Da die ganze Würfeldiagonale

$$D = \sqrt{(2a)^2 + (2a)^2} = \sqrt{8}a,$$

so ist die halbe Diagonale

$$\frac{\sqrt{4} \cdot \sqrt{2} \cdot a}{2} = a\sqrt{2}, \text{ q. e. d.}$$

Analog ergibt sich für  $m = n$ :

$$EO_{1(m=n)} = \frac{a\sqrt{4n^2 + 2n^4}}{2n + n^2} = \frac{a\sqrt{2n\sqrt{2} + n^2}}{n(2 + n)} = \frac{a\sqrt{2\sqrt{2} + n^2}}{2 + n};$$

für  $m = 4, n = n$ :

$$EO_{1(m=4, n=n)} = \frac{a\sqrt{4 + n^2 + 2n^2}}{4 + n + n} = \frac{a\sqrt{4 + 2n + 3n^2}}{4 + 2n},$$

d. i.  $AD$  in Fig. 2 der citierten Arbeit (S. 233).

Lege ich das sphärische Dreieck  $RST$  mit dem dem Kugelmittelpunkte in  $O_1$ , so lassen sich in demselben die Winkel  $\frac{R}{2}$  und  $\frac{T}{2}$  und die Seite  $r$  bestimmen. Die Flächen  $EO_1H$  und  $EO_1G_1$  haben (auf Längs-, Quer- und Verticalaxen bezogen) die Parameter:

$$a, na, ma \text{ bzw. } a, ma, na.$$

Daher nach der bekannten Formel

$$\cos T_1 = \frac{\frac{1}{aa_1} + \frac{1}{bb_1} + \frac{1}{cc_1}}{\sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{a_1^2} + \frac{1}{b_1^2} + \frac{1}{c_1^2}}}, \quad (6)$$

$$\text{somit } \cos T_1 = -\frac{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{a^2 mn} + \frac{1}{a^2 mn}}{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{a^2 n^2} + \frac{1}{a^2 m^2}} = -\frac{(2 + mn)mn}{m^2 + n^2 + m^2 n^2} \quad (7)$$

$$\text{und } \cos \frac{T_1}{2} = \cos T = \sqrt{1 - \frac{(2 + mn)mn}{m^2 + n^2 + m^2 n^2}} = \frac{m - n}{\sqrt{2(m^2 + n^2 + m^2 n^2)}}. \quad (8)$$

Die Flächen  $O_1HG$  und  $O_1HE$  haben analog folgende Parameter:

$$ma, na, a \text{ bzw. } a, na, ma,$$

daher wieder

$$\cos R_1 = -\frac{\frac{1}{a^2 m} + \frac{1}{a^2 n^2} + \frac{1}{a^2 m}}{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{a^2 n^2} + \frac{1}{a^2 m^2}} = -\frac{m(2n^2 + m)}{m^2 + n^2 + m^2 n^2} \quad (9)$$

$$\text{und } \cos \frac{R_1}{2} = \cos R = \sqrt{1 - \frac{m(2n^2 + m)}{m^2 + n^2 + m^2 n^2}} = \frac{n(m - 1)}{\sqrt{2(m^2 + n^2 + m^2 n^2)}}. \quad (10)$$

Für  $m = n = 1$  muß sowohl  $\cos T$  als auch  $\cos R$  gleich 0 werden, wie aus den Formeln (8) und (10) ohne weiteres ersichtlich ist.

Um die Seite  $r$  zu berechnen, verwende ich das Dreieck  $EOO_1$ .

Es ist  $EO : EO_1 = \sin r : \sin \omega$  oder

$$a : \frac{a\sqrt{(m+n)^2 + 2m^2n^2}}{m+n+mn} = \sin r : \sin \omega$$

und da  $\cos \omega = \frac{1}{\sqrt{3}}$ , so wird

$$\sin r = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{m+n+mn}{\sqrt{(m+n)^2 + 2m^2n^2}}. \quad (11)$$

Dieser Wert muß für  $m = n = 1$  in 1 übergehen, da dann  $r = 90^\circ$  wird.

$$\text{Es ist wirklich } \sin r = \frac{\sqrt{2} \cdot 3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{6}} = \frac{\sqrt{18}}{\sqrt{18}} = 1.$$

Zur Bestimmung des Winkels  $t$  benutze ich die Gleichung:

$$\sin R : \sin T = \sin r : \sin t$$

$$\frac{\sqrt{n^2(1+m)^2 + 2m^2}}{\sqrt{2(m^2+n^2+m^2n^2)}} : \frac{\sqrt{(m+n)^2 + 2m^2n^2}}{\sqrt{2(m^2+n^2+m^2n^2)}} = \frac{\sqrt{2}(m+n+mn)}{\sqrt{3}\sqrt{(m+n)^2 + 2m^2n^2}} : \sin t,$$

$$\text{woraus } \sin t = \frac{\sqrt{2}(m+n+mn)}{\sqrt{3}\sqrt{n^2(1+m)^2 + 2m^2}}, \quad (12)$$

welcher Wert für  $m = n = 1$  in  $\sin 90^\circ = 1$  übergehen muß.

Aus dem sphärischen Dreiecke  $UVW$ , in welchem  $U = 90^\circ$  ist, folgt:  $\cos u = \cos v \cos w$ ; da aber  $\tan w = \sqrt{2}$  (Winkel, den die trigonale Zwischenaxe mit der Verticalaxe einschließt) und  $\cos v = \frac{1}{\sqrt{3}}$ , so folgt

$$\cos u = \frac{1}{3}. \quad (13)$$

Es ist nämlich  $\cos v = \cos \tau$  (Fig. 4 l. c.) und  $w = v$ .

Zur Bestimmung von  $O_1H$  benutze ich folgende Gleichung:

$$OO_1 : O_1H = \sin \alpha : \sin u$$

$$\text{oder } \frac{amn\sqrt{3}}{m+n+mn} : O_1H = \sin(t+u) : \sin u,$$

$$\begin{aligned} \text{daher } O_1H &= \frac{amn\sqrt{3} \cdot \sqrt{8}}{(m+n+mn) \cdot 3} : \frac{\sqrt{2}(mn+n-m)}{\sqrt{3}\sqrt{n^2(1+m)^2 + 2m^2}} \\ &= \frac{2amn\sqrt{n^2(1+m)^2 + 2m^2}}{(m+n+mn)(mn+n-m)}. \end{aligned} \quad (17)$$

Für  $m = n = 1$  wird  $O_1H = \frac{2a\sqrt{6}}{3}$ ; in diesem Falle geht das Hexakistetraëder in das Tetraëder über.  $O_1H$  wird dann  $\frac{2}{3}$  der Höhe einer Tetraëderfläche. Da die Tetraëderkante  $= S = 2a\sqrt{2}$ , so ist



$$O_1H = \frac{2}{3} \cdot \frac{2a\sqrt{2}\sqrt{3}}{2} = \frac{2a\sqrt{6}}{3}, \text{ q. e. d.}$$

$HO$  ergibt sich wie folgt:

$$HO : HO_1 = \sin t : \sin u$$

$$\begin{aligned} \text{und } HO &= \frac{2amn\sqrt{n^2(1+m)^2+2m^2}}{(m+n+mn)(mn+n-m)} \cdot \frac{\sqrt{2}(m+n+mn)}{3\sqrt{n^2(1+m)^2+2m^2}} \cdot \frac{3}{\sqrt{8}} \\ &= \frac{amn\sqrt{3}}{m+n+mn}. \end{aligned} \quad (18)$$

Lege ich das sphärische Dreieck  $ABC$ , in welchem  $B = 90^\circ$ ,  $C = 45^\circ$ ,  $a = 45^\circ$ , so ergibt sich  $\tan 45^\circ = \tan b \cos 45^\circ$  und  $\tan b = \sqrt{2}$ ,

$$\text{daher} \quad \sin b = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}. \quad (19)$$

Der Flächeninhalt von  $EOH$  ist also gleich

$$f_{(EOH)} = \frac{a^2mn\sqrt{3}\sqrt{2}}{(mn+n-m) \cdot 2\sqrt{3}} = \frac{a^2mn\sqrt{2}}{(mn+n-m) \cdot 2}. \quad (20)$$

Da Fläche  $EOO_1$  auf Fläche  $HEO$  senkrecht steht, so muß auch die von  $O_1$  auf  $EO$  gefällte Höhe die Höhe der Pyramide  $HEOO_1$  sein ( $O_1$  als Scheitel genommen).

Bezeichne ich diese Höhe mit  $h$ , so ist:

$$h = OO_1 \sin \omega = \frac{amn\sqrt{3}}{m+n+mn} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}, \quad (21)$$

daher ist das Volumen der Pyramide  $HEOO_1 =$

$$py = \frac{a^2mn\sqrt{2} \cdot amn\sqrt{3} \cdot \sqrt{2}}{(mn+n-m) \cdot 2 \cdot 3 \cdot \sqrt{3}(m+n+mn)} = \frac{a^3m^2n^2}{3(mn+n-m)(m+n+mn)}.$$

Da nun  $\frac{mOn}{2}$  aus 24 solchen Pyramiden besteht, so ist:

$$V_{\frac{mOn}{2}} = \frac{8a^3m^2n^2}{(mn+n-m)(m+n+mn)}. \quad (22)$$

Discussion der Formel.

1)  $m = n = 1$ :

$$V_{\frac{mOn}{2}} = V_{\frac{On}{2}} = \frac{8a^3}{3}.$$

2)  $m = n$ :

$$V_{\frac{mOn}{2}} = V_{\frac{nOn}{2}} = \frac{8a^3n^4}{n^2(2n+n^2)} = \frac{8a^3n}{2+n}.$$

3)  $m = 1, n = n$ :

$$\frac{V_{mOn}}{2} = \frac{V_{On}}{2} = \frac{8a^3n^2}{(2n-1)(2n+1)} = \frac{8a^3n^2}{4n^2-1}.$$

Bezeichne ich die Oberfläche von  $\frac{mOn}{2}$  mit  $O$ , den senkrechten Abstand einer Fläche vom Mittelpunkte des Krystalls mit  $x$ , so ist:

$$O \cdot \frac{x}{3} = \frac{8a^3m^2n^2}{(mn+n-m)(m+n+mn)}. \quad (23)$$

Wie aus Fig. 4 l. c. und aus Formel (7) l. c. S. 243 hervorgeht, ist:

$$EDO_1 = \frac{a^2m\sqrt{x}}{2(m+1)^2(m+mn+n)},$$

ferner ist l. c. S. 244

$$V_{(EDOb_1)} = \frac{a^3m^2n^2}{6(m+1)(m+mn+n)}$$

(vergl. Formel (10) l. c. S. 244), daher ist

$$\frac{a^2m\sqrt{x}}{2(m+1)^2(m+mn+n)} \cdot 3 = \frac{a^3m^2n}{6(m+1)(m+mn+n)},$$

$$\text{daher:} \quad x = \frac{amn(m+1)}{\sqrt{x}}. \quad (24)$$

Endlich ist:

$$\begin{aligned} \frac{OmOn}{2} &= \frac{24a^3m^2n^2\sqrt{x}}{(mn+n-m)(mn+n+m) \cdot amn(m+1)} \\ &= \frac{24a^2mn\sqrt{x}}{(mn+n-m)(mn+n+m)(m+1)}, \end{aligned} \quad (25)$$

wo  $\sqrt{x}$  die in Formel (6) l. c. S. 243 gegebene Bedeutung hat;

$$\sqrt{x} = \sqrt{m^4n^2 + m^4 + 2m^3n^2 + 2m^3 + 2m^2n^2 + m^2 + 2mn^2 + n^2}.$$

#### Discussion der Formel.

1)  $m = n = 1$ :

$$\frac{OmOn}{2} = \frac{O_0}{2} = \frac{24a^2\sqrt{12}}{6} = 4a^2 \cdot 2\sqrt{3} = 8a^2\sqrt{3}.$$

2)  $m = n$ :

$$\begin{aligned} \frac{OmOn}{2} &= \frac{O_n}{2} = \frac{24a^2n^2\sqrt{n^6+n^4+2n^5+2n^3+2n^4+n^2+2n^3+n^2}}{n^2(n^2+2n)(n+1)} \\ &= \frac{24a^2n^2\sqrt{n^4+n^2+2n^3+2n+2n^2+1+2n+1}}{n^2n(n+2)\sqrt{n^2+2n+1}} \\ &= \frac{24a^2\sqrt{n^4+2n^3+3n^2+4n+2}}{(n+2)\sqrt{n^2+2n+1}} = \frac{24a^2\sqrt{n^2+2}}{n+2}. \end{aligned}$$

3)  $m = 1, n = n$ :

$$\begin{aligned} \frac{O_{mOn}}{2} = \frac{O_{nO}}{2} &= \frac{24a^2n\sqrt{n^2+1+2n^2+2+2n^2+1+2n^2+n^2}}{(2n-1)(2n+1) \cdot 2} \\ &= \frac{24a^2n \cdot 2 \cdot \sqrt{2n^2+1}}{(4n^2-1) \cdot 2} = \frac{24a^2n\sqrt{2n^2+1}}{4n^2-1}, \text{ q. e. d.} \end{aligned}$$

Endlich ist:

$$\begin{aligned} V_{mOn} : \frac{V_{mOn}}{2} &= \frac{8a^3m^2n}{(m+1)(m+n+mn)} : \frac{8a^3m^2n^2}{(m+n+mn)(mn+n-m)} \\ &= (mn+n-m) : (mn+n); \end{aligned}$$

für  $m = n = 1$  wird

$$V_{mOn} : \frac{V_{mOn}}{2} = V_O : \frac{V_O}{2} = 1 : 2.$$

Analog ist:

$$\begin{aligned} O_{mOn} : \frac{O_{mOn}}{2} &= \frac{24a^2m\sqrt{x}}{(m+1)^2(m+n+mn)} : \frac{24a^2mn\sqrt{x}}{(m+1)(m+n+mn)(mn+n-m)} \\ &= (mn+n-m) : (mn+n); \end{aligned}$$

für  $m = n = 1$  wird dieses Verhältnis wieder  $1 : 2$ .

### Anhang.

V. Das Dyakisdodekaëder  $\pi(hkl) = \left[ \frac{mOn}{2} \right]$  (Fig. 5, Taf. II).

Bezeichne ich das Volumen des Dyakisdodekaëders mit  $V \left[ \frac{mOn}{2} \right]$ , so ergibt sich unmittelbar aus Fig. 5, Taf. II

$$V \left[ \frac{mOn}{2} \right] = V_{mOn} + 3 \cdot 8py, \quad (1)$$

wenn  $py$  das Volumen einer Pyramide von der Form  $O, DD_n, F$  ist. Die Fläche  $EDO$ , hat die Parameter:  $1, m, n$ , die Fläche  $O, FD_n$ , hat die Parameter:  $n, 1, m$ . Betrachte ich die Gerade  $OF$  als Abscissen-, die Gerade  $OE$  als Ordinatenaxe eines rechtwinkligen Koordinatensystems, so hat es keine Schwierigkeit, die Lage des Schnittpunktes  $D_n$ , sowie die Längen der Geraden  $ED_n$  und  $FD_n$  zu bestimmen. Die Gerade  $I = ED$  bzw. deren Verlängerung trifft die Abscissenaxe in der Entfernung  $ma$ , die Ordinatenaxe in dem Abstände  $a$ ; daher sind die Schnittpunktskoordinaten der Geraden  $I$  mit den Axen:

$$x_1 = 0, \quad y_1 = a, \quad x_2 = ma, \quad y_2 = 0,$$

daher lautet die Gleichung der Geraden  $I$ :

$$y - a = \frac{0 - a}{ma - 0} (x - 0) \quad \text{oder} \quad y = -\frac{x}{m} + a. \quad (2)$$

Die Gerade  $II = FD_n$  bzw. deren Verlängerung trifft die Abscissenaxe in der Entfernung  $a$ , die Ordinatenaxe in der Entfernung  $na$ . Daher

sind die Schnittpunktskoordinaten der Geraden II mit den Axen:  $x_3 = a$ ,  $y_3 = 0$ ,  $x_4 = 0$ ,  $y_4 = na$ . Daher lautet die Gleichung der Geraden II:

$$y - 0 = \frac{na - 0}{0 - a} (x - a) \quad \text{oder} \quad y = -nx + an. \quad (3)$$

Die Coordinaten des Schnittpunktes  $D_{II}$  sind also gegeben durch folgende zwei Gleichungen

$$\eta = -\frac{\xi}{m} + a \quad \text{und} \quad \eta = -n\xi + an.$$

Folglich ist:

$$OF_1 = \xi = \frac{am(n-1)}{nm-1} \quad (4)$$

und

$$OE_1 = \eta = \frac{an(m-1)}{nm-1}, \quad (5)$$

$$FD_{II}^2 = \eta^2 + (a - \xi)^2, \quad (6)$$

$$ED_{II}^2 = \xi^2 + (a - \eta)^2. \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \text{Daher ist:} \quad FD_{II} &= \frac{a \sqrt{n^2 m^2 - 2nm^2 + n^2 + m^2 - 2m + 1}}{nm - 1} \\ &= \frac{a \sqrt{(m^2 - 2m + 1)(n^2 + 1)}}{nm - 1} = \frac{a(m-1) \sqrt{n^2 + 1}}{nm - 1}, \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} ED_{II} &= \frac{a \sqrt{n^2 m^2 + 2nm^2 + m^2 + n^2 - 2n + 1}}{nm - 1} \\ &= \frac{a \sqrt{(n^2 - 2n + 1)(m^2 + 1)}}{nm - 1} = \frac{a(n-1) \sqrt{m^2 + 1}}{nm - 1}. \end{aligned} \quad (9)$$

Es hat nun keine Schwierigkeit das Volumen der Pyramide  $ODD_{II}F$  zu bestimmen.

Der Flächeninhalt des Dreieckes  $DD_{II}F$  ist gegeben durch

$$f_{(DD_{II}F)} = \frac{DF \cdot FD_{II} \sin(\alpha - \beta)}{2}. \quad (10)$$

$$DF = ED = \frac{a \sqrt{m^2 + 1}}{m + 1} \quad (\text{vergl. l. c. S. 240 Formel (2)}).$$

$$\text{Ferner ist} \quad \tan \alpha = \frac{na}{a} = n, \quad \tan \beta = \frac{ma}{m} = m$$

und daher  $\sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta =$

$$\frac{n}{\sqrt{1+n^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1+m^2}} - \frac{1}{\sqrt{1+n^2}} \cdot \frac{m}{\sqrt{1+m^2}} = \frac{n-m}{\sqrt{1+n^2} \cdot \sqrt{1+m^2}}, \quad (11)$$

$$f_{(DD_{II}F)} = \frac{a \sqrt{m^2 + 1}}{m + 1} \cdot \frac{a(m-1) \sqrt{n^2 + 1}}{nm - 1} \cdot \frac{n-m}{2 \sqrt{1+n^2} \cdot \sqrt{1+m^2}}, \quad (12)$$

$$f = \frac{a^2(m-1)(n-m)}{2(m+1)(nm-1)}. \quad (13)$$

Die Höhe dieser Pyramide  $O_1R$  ist aber (vergl. l. c. S. 244 Formel (9)):

$$h = \frac{amn}{m + mn + n},$$

daher 
$$py = \frac{a^3 mn(m-1)(n-m)}{6(m+1)(nm-1)(m+mn+n)} \quad (14)$$

und 
$$V_{\left[\frac{mOn}{2}\right]} = \frac{8a^3 m^2 n}{(m+1)(m+mn+n)} + \frac{4a^3 mn(m-1)(n-m)}{(m+1)(nm-1)(m+mn+n)}$$

$$= \frac{4a^3 mn(2nm^2 + nm - \{m^2 + m + n\})}{(m+1)(nm-1)(m+mn+n)}. \quad (15)$$

### Discussion dieser Formel.

1)  $m = n = 1$  (Oktaëder):

$$V_{\left[\frac{mOn}{2}\right]} = V_o = \frac{4a^3}{6} \cdot \frac{0}{0} = \frac{4a^3}{3}, \text{ da } \frac{0}{0} = 2 \text{ sein kann } 1).$$

2)  $m = n = \infty$  (Würfel):

$$V_{\left[\frac{mOn}{2}\right]} = V_w = 8a^3.$$

3)  $m = 1, n = \infty$  (Rhombendodekaëder):

$$V_{\left[\frac{mOn}{2}\right]} = V_{rh} = 2a^3 = \frac{4a^3 \cdot \infty [2\infty + \infty - (2 + \infty)]}{2(\infty - 1)(1 + 2\infty)} = \frac{8a^3 \infty^2}{4\infty^2} = 2a^3.$$

4)  $m = m, n = \infty$  (Pentagondodekaëder)<sup>2)</sup>:

$$V_{\left[\frac{mOn}{2}\right]} = V_{\pi} = \frac{8a^3(m^3 + 4,5m^2 - 0,5)}{(m+1)^3} \text{ (vergl. l. c. S. 245 Formel (6)).}$$

4) Setzt man im Ausdrucke

$$\frac{2nm^2 + nm - (m^2 + m + n)}{nm - 1}$$

für  $n = m$ , so erhält man:

$$\frac{2m^3 + m^2 - m^2 - m - m}{m^2 - 1} = \frac{2m^3 - 2m}{m^2 - 1} = \frac{2m(m^2 - 1)}{m^2 - 1} = 2m;$$

für  $m = 1$  wird  $2m = 2$ .

Differenziert man Zähler und Nenner des Bruches  $\frac{2m^3 - 2m}{m^2 - 1}$ , so erhält man:

$$\frac{6m^2 - 2}{2m} = \frac{3m^2 - 1}{m}.$$

welcher Wert für  $m = 1$  wieder 2 gibt.

$$2) \frac{4a^3 \cdot m\infty(2\infty m^2 + m\infty - m^2 - m - \infty)}{(m+1)(\infty m)(m+m\infty+\infty)} = \frac{4a^3 \cdot m\infty^2(2m^2 + m - 1)}{(m+1)^2 m\infty^2}$$

$$= \frac{4a^3(2m^2 + m - 1) \cdot (m+1)}{(m+1)^2(m+1)} = \frac{4a^3(2m^3 + 3m^2 - 1)}{(m+1)^3}$$

$$= \frac{8a^3(m^3 + 4,5m^2 - 0,5)}{(m+1)^3}, \text{ q. e. d.}$$



5)  $m = 1, n = n$  (Triakisoktaeder):

$$\Gamma_{\left[\frac{m0n}{2}\right]} = \Gamma_{\alpha} = \frac{\frac{1}{2}a^3n \cdot 2n - n - 2 - n}{2n - 1 \cdot 1 - 2n} = \frac{\frac{1}{2}a^3n \cdot 2n - 4}{2n - 1 \cdot 2n + 1} = \frac{\frac{1}{2}a^3n}{2n + 1}.$$

6)  $n = m$  (Deltoid-Ikositetraeder):

$$\Gamma_{\left[\frac{m0n}{2}\right]} = \Gamma_{\delta} = \frac{\frac{1}{2}a^3m^2 \cdot 2m^3 + m^2 - m^2 - m - m}{m - 1 \cdot m^2 - 1 \cdot 2m + m^2} = \frac{8a^3m^2}{(m + 2)(m + 1)} \\ = \frac{8a^3m^2}{(n + 2)(n + 1)}.$$

Für  $n = 3, m = 2$  wird

$$\underbrace{V_{m0n} = \frac{32a^3}{11}}_{2,909a^3}, \quad \underbrace{V_{\frac{m0n}{2}} = \frac{32a^3}{11} \cdot \frac{9}{7}}_{3,740a^3}, \quad \underbrace{V_{\left[\frac{m0n}{2}\right]} = \frac{24a^3}{11} \cdot \frac{7}{5}}_{3,054a^3},$$

daher

$$V_{m0n} < V_{\left[\frac{m0n}{2}\right]} < V_{\frac{m0n}{2}}.$$

Für das parallelkantige Dyakisdodekaeder muß  $m = n^2$  sein.

$$\text{Daher: } \Gamma_{\left[\frac{m0n}{2}\right]} = \frac{\frac{1}{2}a^3n^2(2n^4 - n^3 + n^2 - n - 1)}{(n^2 + n + 1)^2(n^2 + 1)(n - 1)}. \quad 16$$

Bezeichne ich die Oberfläche unseres Körpers mit  $O_{\left[\frac{m0n}{2}\right]}$ , so muß

$$O_{\left[\frac{m0n}{2}\right]} \cdot \frac{x}{3} = V_{\left[\frac{m0n}{2}\right]},$$

wenn  $x$  der senkrechte Abstand einer beliebigen Fläche, z. B.  $EDO, O, D$ , vom Krystallmittelpunkte ist. Da selbstredend auch die Fläche  $EDO$ , des Hexakisoktaeders denselben Abstand hat, so werde ich  $x$  mit Hilfe der beim Hexakisoktaeder gefundenen Gleichungen bestimmen. Nach Fig. 4 i. c. ist das Volumen der Pyramide  $EDO, O$  gegeben durch

$$x = \frac{EDO \cdot x}{3} = \frac{EOD \cdot O, R}{3}.$$

daher

$$x = \frac{EOD \cdot O, R}{EDO}, \quad (17)$$

und

$$x = \frac{\frac{a \cdot am \sqrt{2}}{m + 1} \cdot \frac{\sin 45^\circ}{2} \cdot \frac{amn}{m + mn + n}}{a^2m \sqrt{z}} \\ = \frac{2 \cdot m + 1 \cdot 2 \cdot m + mn - n}{\sqrt{z}} \quad (18)$$

(vergl. I. c. S. 243 Formel (7)),

daher ist

$$x = \frac{amn(m + 1)}{\sqrt{z}}. \quad (19)$$

Es ist also:

$$\begin{aligned}
 O_{\left[\frac{mOn}{2}\right]} &= \frac{3V_{\left[\frac{mOn}{2}\right]}}{x} = \frac{12a^3mn[2nm^2 + nm - (m^2 + m + n)]}{(m+1)(nm-1)(m+n+mn) \cdot x} \\
 &= \frac{12a^3mn[2nm^2 + nm - (m^2 + m + n)]}{(m+1)(nm-1)(m+mn+n)} \cdot \frac{\sqrt{x}}{amn(m+1)} \\
 &= \frac{12a^2[2nm^2 + nm - (m^2 + m + n)] \cdot \sqrt{x}}{(m+1)^2(nm-1)(m+mn+n)}. \quad (20)
 \end{aligned}$$

### Discussion der Formel.

1)  $m = n = 1$  (Oktaëder):

$$\begin{aligned}
 O_{\left[\frac{mOn}{2}\right]} &= O_o = \frac{12a^2\sqrt{x} \cdot 0}{12 \cdot 0} = a^2\sqrt{12} \cdot \frac{0}{0} \\
 &= 2a^2\sqrt{3} \cdot 2 = 4a^2\sqrt{3}, \quad \text{da } \frac{0}{0} = 2 \text{ sein kann (vgl. die Fußnote S. 147).}
 \end{aligned}$$

2)  $m = n = \infty$  (Würfel):

$$\begin{aligned}
 O_{\left[\frac{mOn}{2}\right]} &= O_w = \frac{12a^2[2n^3 + n^2 - n^2 - n - n]\sqrt{n^6}}{n^2 \cdot n^2 \cdot n(n+2)} = \frac{24a^2n^4(n^2-1)}{n^6} \\
 &= \frac{24a^2n^6}{n^6} = 24a^2.
 \end{aligned}$$

3)  $m = 1, n = \infty$  (Rhombendodekaëder)<sup>1)</sup>:

$$O_{\left[\frac{mOn}{2}\right]} = O_{rh} = 6a^2\sqrt{2}.$$

4)  $n = n, m = \infty$  (Pentagondodekaëder)<sup>2)</sup>:

$$O_{\left[\frac{mOn}{2}\right]} = O_{\tau} = 12a^2 \left( \frac{(2n-1)\sqrt{2n^2+1}}{n(n+1)} \right).$$

5)  $m = 1, n = n$  (Triakisoktaëder):

$$\begin{aligned}
 O_{\left[\frac{mOn}{2}\right]} &= O_{tr} = \frac{12a^2[2n+n-1-1-n] \cdot 2\sqrt{2n^2+1}}{4(n-1)(1+2n)} = \frac{12a^2(n-1)\sqrt{2n^2+1}}{(n-1)(1+2n)} \\
 &= \frac{12a^2\sqrt{2n^2+1}}{1+2n}.
 \end{aligned}$$

1)  $m = 1, n = \infty$ :  $\frac{12a^2[2\infty + \infty - 1 - 1 - \infty]\sqrt{x}}{4\infty - 1 \cdot 1 + \infty + \infty}$

$$= \frac{12a^2\sqrt{x} \cdot 2\infty - 1}{4\infty - 1 \cdot 2\infty + 1} = \frac{24a^2 \cdot \infty \sqrt{x}}{8 \cdot \infty} = 6a^2\sqrt{2}.$$

$$\text{da } \sqrt{x} = n\sqrt{8} = \infty\sqrt{8}.$$

2)  $\frac{12a^2[2n\infty^2 + n\infty - \infty^2 - \infty - n]\sqrt{x}}{\infty^2 \cdot n\infty(\infty + \infty n + n)} = \frac{12a^2 \cdot \infty^2 \cdot 2n - 1 \sqrt{x}}{\infty^2 \cdot n\infty \cdot \infty(n+1)}$

$$= \frac{12a^2(2n-1)\sqrt{\infty^4(n^2+1)}}{n\infty \cdot \infty(n+1)} = \frac{12a^2(2n-1)\sqrt{n^2+1}}{n(n+1)}, \text{ q. e. d.}$$

6)  $n = m$  (Deltoid-Ikositetraëder):

$$O_{\left[\frac{m\theta n}{2}\right]} = O_{\delta} = \frac{12a^2[2n^3+n^2-n^2-n-n] \sqrt{\pi}}{(n+1)^2(n^2-1)(n+n^2+n)} = \frac{24a^2n(n^2-1)\sqrt{\pi}}{(n+1)^2(n^2-1)(2n+n^2)}$$

$$= \frac{24a^2\sqrt{\pi}}{(n+1)^2(2+n)}.$$

Für  $n = 3$ ,  $m = 2$  wird

$$O_{m\theta n} = 10,482 \dots a^2, \quad O_{\frac{m\theta n}{2}} = 13,09a, \quad O_{\left[\frac{m\theta n}{2}\right]} = 10,690a^2.$$

Daher auch hier:

$$O_{m\theta n} < O_{\left[\frac{m\theta n}{2}\right]} < O_{\frac{m\theta n}{2}}.$$

Für das parallelkantige Dyakisdodekaëder muß  $m = n^2$  sein.

Daher:

$$O_{\left[\frac{n^2\theta n}{2}\right]} = \frac{12a^2[2n^4-n^3+n^2-n-1] \cdot n \sqrt{n^8+3n^6+4n^4+3n^2+1}}{(n^2+1)^2(n^3-1)(n^2+n+1)}, \quad (21)$$

z. B.  $n = 2$ ,  $n^2 = 4 = m$ :

$$O_{\left[\frac{4\theta 2}{2}\right]} = \frac{12a^2 \cdot 25 \cdot 2 \cdot 23}{25 \cdot 7 \cdot 7} = 11,265 \dots a^2,$$

also von dem obigen Werte für  $O_{\left[\frac{2\theta 3}{2}\right]} = 10,690a^2$  nur wenig verschieden.

## IX. Das Sygonieellipsoid ist das Trägheitsellipsoid der krystallinischen Substanz.

Von

E. von Fedorow in Petrowskoje-Razumowskoje bei Moskau.

(Mit 2 Textfiguren.)

---

Was das Sygonieellipsoid anbetrifft, so ist dies ein elementarer Begriff der Krystallographie, welcher nicht nur Spezialisten, sondern sogar Anfängern gut bekannt ist und in elementaren Lehrbüchern entwickelt wird.

Aber der Begriff des Trägheitsellipsoids ist vielleicht nicht allen Collegen gut bekannt; deswegen erlaube ich mir denselben zu präcisieren und an einfachen Beispielen zu erläutern.

In der theoretischen, wie besonders in der praktischen Mechanik kommt dem Begriffe des Trägheitsmomentes eine sehr wichtige Bedeutung zu.

Man unterscheidet in der Ebene das Trägheitsmoment in bezug auf eine Gerade (Axe) und im Raume in bezug auf eine Ebene.

Ist ein materielles Punktsystem gegeben, so bezeichnet man als Trägheitsmoment die Summe der Producte der Massen der Punkte mit dem Quadrat der Distanzen der respectiven Punkte von der gegebenen Axe (in der Ebene) bzw. von der gegebenen Ebene (im Raume). Sind die Massen sämtlicher materieller Punkte die gleichen, so entsteht ein gemeinschaftlicher Factor, und es bleibt allein die Summe der Quadrate der Distanzen zu berücksichtigen.

Natürlich hängt diese Summe von der Lage der Axe resp. Ebene und nicht nur von der Orientierung derselben ab, so daß diese Summe sogar bei paralleler Translation derselben veränderlich ist. Dabei gibt es eine besondere Lage dieser Axe resp. Ebene, bei welcher das Trägheitsmoment seinen minimalen Wert erhält. Diese Lage zeichnet sich unter allen parallelen Lagen, falls alle materiellen Punkte durch ein gemeinschaftliches Centrum paarweise verbunden sind, dadurch aus, daß sich die betreffende

Summe in zwei gleiche Teile sondert, einer, welcher das Trägheitsmoment der Punkte ist, die sich einerseits dieser Axe resp. Ebene befinden, und ein anderer, welcher sich auf die Punkte bezieht, welche an der anderen Seite derselben liegen.

Dies sind die Hauptlagen der Axe resp. der Ebene in bezug auf das Punktsystem.

Nun wird in der theoretischen Mechanik der Beweis erbracht, daß diese Hauptlagen der Axen auf der Ebene, resp. der Ebenen im Raume, selbst im allgemeinen Falle, sämtlich einen Punkt gemeinschaftlich haben, und dieser Punkt wird Trägheitscentrum genannt<sup>1)</sup>.

Aus dem Gesagten ist schon ersichtlich, daß in dem Falle des Vorhandenseins des Inversionscentrums in bezug auf jede Axe, resp. Ebene, welche durch dieses Centrum hindurchgeht, das Trägheitsmoment beiderseits gleich ist. Bei der Drehung dieser Axe resp. Ebene um dieses Centrum ändert sich aber der Wert des Trägheitsmomentes, und diese Änderung ist eine ununterbrochene, d. h. jeder unendlich kleinen Änderung in der Orientierung dieser Axe resp. Ebene entspricht eine unendlich kleine Änderung des Wertes des Trägheitsmomentes.

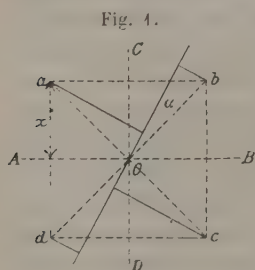
Nun wird der weitere Satz bewiesen, daß, welches regelmäßige Punktsystem auch gegeben sein würde, sich das Trägheitsmoment bei dieser Drehung wie die Radienvectoren eines Ellipsoides im Raume, resp. einer Ellipse in der Ebene, ändert.

Daraus folgt, daß jedem gegebenen regelmäßigen Punktsystem ein charakteristisches Trägheitsellipsoid (resp. -Ellipse) zugeordnet ist.

In speciellen Fällen verwandelt sich das Ellipsoid in die Sphäre (resp. die Ellipse in den Kreis).

Der Anschaulichkeit wegen betrachten wir einen der einfachsten Fälle und zwar das Punktsystem aus vier gleichmassigen Punkten  $a, b, c, d$  (Fig. 1), welche die Lagen von vier Scheitelpunkten eines Quadrates besitzen.

Natürlich ist der Mittelpunkt  $O$  des Quadrates das Trägheitscentrum des betrachteten



<sup>1)</sup> Dieses Centrum ist der Schwerpunkt des Systems, was daraus leicht zu sehen ist, daß die Minimumbedingung für die Summe

$$ax_a^2 + bx_b^2 + cx_c^2 + \dots$$

die ist, daß das Differential derselben gleich Null sei, also

$$2ax_a + 2bx_b + 2cx_c + \dots = 0;$$

und gerade diese ist die Bedingung für die Coordinaten des Schwerpunktes, wenn man die Differentiation nach allen drei Coordinatensystemen  $x, y, z$  vollzieht.



Punktsystems. In bezug auf die Hauptaxen  $AB$  und  $CD$  ist das Moment beiderseits  $2x^2$ , wenn unter  $x$  die Hälfte der Quadratseite verstanden wird. Derselbe Wert läßt sich auch in bezug auf die Diagonalen  $ac$  und  $bd$  berechnen.

Aber es ist leicht, den Beweis beizubringen, daß derselbe Wert für sämtliche Lagen der Axen besteht.

Nehmen wir als Axe eine Gerade, welche mit der Hauptaxe  $CD$  den Winkel  $\alpha$  bildet.

Nun ist ersichtlich, daß dann sich der Wert:

$$\{(x + x \tan \alpha) \cos \alpha\}^2 + \{(x - x \tan \alpha) \cos \alpha\}^2 \\ = x^2 \cos^2 \alpha [(1 + \tan \alpha)^2 + (1 - \tan \alpha)^2],$$

also wieder  $2x^2$  berechnen läßt, also ein Wert, welcher unabhängig von der Orientierung bleibt. In diesem Falle ist also die Ellipse durch den Kreis vertreten.

Als zweites einfaches Beispiel wollen wir noch das reguläre Dreieck  $abc$  (Fig. 2) betrachten, in welchem Falle das Inversionscentrum fehlt.

Auch jetzt ist das Trägheitscentrum das Centrum  $O$  des Dreiecks. Bezeichnen wir wieder die Dreiecksseite durch  $2x$ , so ist klar, daß in bezug auf die Höhenlinie des Dreiecks der betrachtete Wert gleich  $2x^2$  ist. Die Strecken

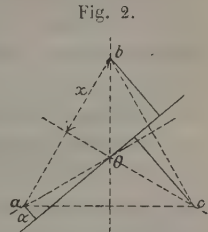


Fig. 2.

$$Oa, Ob, Oc \text{ erhalten den Wert } \frac{x}{\cos 30^\circ}.$$

Nun ziehen wir eine beliebige Gerade unter dem Winkel  $\alpha$  zu einer der Höhenlinien, und dann ergibt sich für den gesuchten Wert des Trägheitsmomentes:

$$\left(\frac{x}{\cos 30^\circ} \sin \alpha\right)^2 + \left\{\frac{x}{\cos 30^\circ} \sin (60^\circ - \alpha)\right\}^2 + \left\{\frac{x}{\cos 30^\circ} \sin (60^\circ + \alpha)\right\}^2 \\ = \frac{x^2}{\cos^2 30^\circ} (\sin^2 \alpha + 2 \sin^2 60^\circ \cos^2 \alpha + 2 \cos^2 60^\circ \sin^2 \alpha) = 2x^2.$$

Wenn es darauf ankommt, das Trägheitsellipsoid für das gegebene Punktsystem zu bestimmen, so ist auf Grund des gesperrten Satzes nur die maximale und die minimale Größe der Trägheitsmomente des gegebenen Systems zu bestimmen. Die betreffenden Vektoren sind die große und die kleine Ellipsoidaxe, und die mittlere steht natürlich zu beiden senkrecht, wie die ersten beiden zu einander.

Denken wir, daß für ein Punktsystem das zugeordnete Trägheitsellipsoid eine Sphäre ist. Wählen wir in dem System drei beliebige, zu einander senkrechte Axen  $a, b, c$  und nehmen zuerst an, daß das System einer

homogenen Deformation unterworfen ist und zwar der directen<sup>1)</sup> Dilatation in der Richtung  $a$ . Dann behalten die Trägheitsmomente in bezug auf alle durch die Dilatationsrichtung hindurchgehenden Ebenen ihren primitiven Wert, während in bezug auf die zu dieser Richtung senkrechte Ebene der Wert um den Factor  $(1 + \gamma)^2$  vergrößert wird<sup>2)</sup>, wenn der Dilatationscoefficient  $(1 + \gamma)$  ist. Diese Folgerung ist ganz augenscheinlich, da in der Summe jedes Glied um diesen Factor vergrößert wird.

Eine directe Dilatation verwandelt also die Sphäre in ein Rotationsellipsoid, dessen Rotationsaxe die Dilatationsrichtung ist.

Unterwirft man dasselbe System auch einer zweiten Dilatation in der Richtung der Axe  $b$ , so bleibt der Wert des Trägheitsmomentes in bezug auf alle durch  $b$  hindurchgehenden Ebenen unverändert, aber in der Richtung der Axe  $b$  selbst vergrößert sich dieser Wert um den Factor  $(1 + \gamma')^2$ , falls der zweite Dilatationscoefficient gleich  $(1 + \gamma')$  ist ( $\gamma$  wie  $\gamma'$  können auch einen negativen Wert erhalten, natürlich einen geringeren als 1).

Durch diese zwei Dilatationen wird aber die Sphäre in ein dreiaxiges Ellipsoid mit den Axen  $(1 + \gamma)$ ,  $(1 + \gamma')$  und 1 verwandelt.

Nun wenden wir diese Folgerungen auf die Krystalle an, welche als Raumgitterpunktsysteme aufgefaßt werden.

Das Trägheitsellipsoid, ebenso wie das Syngonieellipsoid des kubischen Complexes ist die Sphäre. Das letzte ist jetzt allgemein bekannt. Was das erste anbetrifft, so wird dies klar, wenn man berücksichtigt, daß jeder Knotenpunkt des kubischen Raumgitters, gleichgültig von welcher Structurart: hexaëdrischer, oktaëdrischer oder dodekaëdrischer, Symmetriecentrum ist, d. h. ein Punkt, in welchem sämtliche Symmetrieelemente zusammentreffen.

Gerade deswegen kann das Trägheitsellipsoid nur die Sphäre sein, deren Centrum ein beliebiger Systempunkt ist.

Für die sämtlichen anderen isotropen Complexe ist dies nicht der Fall, da dieselben sich aus dem kubischen durch drei Dilatationen ableiten lassen, welche in drei zu einander senkrechten Richtungen verschieden sind. Dasselbe gilt auch für den hexagonal-isotropen Complex  $[3 \cdot 3 \cdot 4]^3$ . Wenn man aber in die ebenen Netze desselben, welche Rechtecke mit den Seiten 1 und  $\sqrt{3}$  darstellen, das complementäre Raumgitter hinzufügt, dessen Punkte die Mittelpunkte dieser Rechtecke sind, so entstehen sechszählige, zu diesen Netzebenen senkrechte Symmetrieachsen. Die zu diesen Axen

1) Wie in der III. analytisch-krystallographischen Studie des Verfs. erklärt wurde, unterscheidet man die directe Dilatation, wenn die zur Dilatationsrichtung senkrechte Ebene unbeweglich und undeformiert bleibt, von der schiefen Dilatation, wenn solche Dilatationsebene nicht die zur Dilatationsrichtung senkrechte ist.

2) In dem Syngonieellipsoid eigentlich um  $(1 + 8)$ . Dieser Umstand bleibt aber für die Lagen der Ellipsoidaxen belanglos.

3) Dieses Symbol ist in des Verfs. Arbeit »Syngonielehre« erörtert.

parallelen Hauptnetze sind quadratische. Daraus folgt, daß diesem hexagonal-isotropen Raumgitter als Trägheitsellipsoid die Sphäre entspricht, ebenso wie dies für das Syngonieellipsoid der Fall ist. Und für die übrigen Raumgitter der isotropen Complexe gibt es überhaupt keine Syngonieellipsoide, da solche Complexe in der Natur nicht vertreten sind.

Wenn aber für die isotropen Raumgitter das Syngonieellipsoid und das Trägheitsellipsoid ein und dasselbe und zwar die Sphäre ist, so muß das Gleiche der Fall sein auch für alle übrigen Raumgitter, welche, wie in Verfs. Arbeit »Syngonieellipsoidgesetz«<sup>1)</sup> dargetan wurde, aus den isotropen durch drei zu einander senkrechte Dilatationen sich entstanden denken lassen, und zwar:

Die Raumgitter der tetragonalen und der hexagonalen Syngonie lassen sich durch eine einzige Dilatation in rationaler Richtung, und zwar eine tetragonale in der Richtung der Hauptaxe und eine hexagonale in der Richtung der dreizähligen Symmetrieaxe, welcher der Parameter 3 zukommt, aus dem kubischen Complex hervorbringen. Dadurch entstehen die Raumgitter des kubischen Typus. Die Raumgitter des hypohexagonalen Typus und der hexagonalen Syngonie entstehen aus dem erwähnten hexagonal-isotropen durch Dilatation in der Richtung der sechszähligen Symmetrieaxe (das ist sechszählige Symmetrieaxe für das Raumgitter; für den Krystall selbst kann dieselbe auch dreizählig sein).

Die Raumgitter der rhombischen Syngonie, gleichgültig ob des kubischen oder des hypohexagonalen Typus, lassen sich aus den entsprechenden isotropen Raumgittern durch Dilatationen in zwei oder drei zu einander senkrechten rationalen Richtungen ableiten.

Die resp. Raumgitter der monoklinen Syngonie entstehen, wenn von drei zu einander senkrechten Dilatationsrichtungen nur eine rational ist, und dann wird diese zur besonderen Richtung der monoklinen Krystalle.

Unter rationalen Richtungen sind hier die Symmetrieachsen zu verstehen, gleichgültig von welcher Zähligkeit.

Endlich die Krystalle der triklinen Syngonie entstehen durch Dilatation in drei Richtungen, welche sämtlich irrational resp. keine Symmetrieachsen sind.

Da das Trägheitsmoment der wichtigste mechanische Factor ist, welcher die relative Festigkeit der Substanz in verschiedener Richtung charakterisiert, insofern diese Festigkeit von der Massenpunktverteilung abhängt, so kann man sagen, daß das Syngonieellipsoid die wichtigste mechanische Charakteristik des dem Krystalle zukommenden Raumgitters ist.

1) Diese Zeitschr. 33, 555.

Historische Anmerkung. Die erste Andeutung zur Aufsuchung einer solchen mechanischen Charakteristik der Krystalle treffe ich in Hessels Notiz »Das statische Sphäroid für einen homogenen Körper«<sup>1)</sup>. Leider aber scheint Hessel der Begriff des Trägheitsellipsoides fremd gewesen zu sein. Er sucht das aufgestellte Problem dadurch zu lösen, daß der Krystall durch eine centrale Ebene in zwei gleiche Massen geteilt und dann für jede Hälfte der Schwerpunkt aufgesucht wird. Auf diese Weise erhält man für alle möglichen Orientierungen der Ebene eine Gesamtheit der Schwerpunkte, welche eine ununterbrochene krumme Fläche bildet, welche Hessel statisches Sphäroid (»obgleich es meist ein eckiger Krummflächner ist«) nennt.

Infolge dieser unvollkommenen Auffassung scheint mir die betreffende Arbeit Hessels lediglich von historischem Interesse. Durch diese Anmerkung wird zum hundertsten Male constatirt, wie weit der Gedanke dieses merkwürdigen Forschers, welchem gegenüber die Zeitgenossen sich so ungerechtfertigt erwiesen, voranstrebte, obgleich nicht ausnahmsweise dabei der kürzeste Weg eingeschlagen wurde.

---

1) »Über gewisse merkwürdige statische und mechanische Eigenschaften der Raumgebilde, welche einen Schwerpunkt haben, insbesondere der homogenen Körper und über die Bedeutung derselben für verschiedene auf Krystalle bezügliche Lehren der Physik«. Marburg 1862, 33.

## X. Über Awaruit, eine natürliche Eisen-Nickellegierung.

Von

G. S. Jamieson in New Haven, Conn.

---

In der vorliegenden Abhandlung werden zwei Eisen-Nickellegierungen terrestrischen Ursprungs von zwei benachbarten Fundorten beschrieben. Die eine Legierung, aus dem Bezirke Josephine in Oregon stammend und schon von W. H. Melville untersucht, verdanke ich Herrn M. Bixby aus Salt Lake City in Utah, die andere Herrn Dr. D. T. Day, Vorstand der Abteilung für Bergwerks- und Mineralstatistik in der geologischen Anstalt der Ver. Staaten; sie wurde bei South Fork am Smith River im Bezirke Del Norte in Californien gefunden. Beide Mineralien wurden Herrn Prof. S. L. Penfield übersandt; auf seine Veranlassung hin unternahm ich die Untersuchung.

Die Exemplare aus dem Bezirke Josephine stellten durch die Einwirkung des Wassers gerundete Geschiebe von bohnenförmiger Gestalt dar, die in der Größe von einigen Millimetern bis zu 2 cm im Durchmesser schwankten. Sie bestanden nicht ausschließlich aus der Legierung, sondern zeigten auch mehr oder weniger kieselige Substanz. An Dünnschliffen zeigte die Legierung schwammartige Ausbildung, indem sie Teilchen eines Silicates verband und einschloß; dieses war dem Aussehen nach Serpentin und gab die entsprechenden chemischen Reactionen.

Im Stahlmörser ließen sich die Geschiebe leicht pulvern; mechanisch das Metall vom Serpentin zu trennen, erschien unmöglich. Auf chemischem Wege ließ sich die Trennung leicht durchführen dadurch, daß das Pulver bei gewöhnlicher Temperatur mit Wasser und Jod behandelt wurde. Im Verlaufe eines Tages ging so die Legierung vollständig in Lösung, während die kieselsäurehaltige Masse dabei ungelöst blieb. Das unlösliche Silicat wurde durch Filtrieren durch Asbest getrennt, an der Luft getrocknet und gewogen. Es wurden zwei Analysen mit folgenden Resultaten ausgeführt:



Unlösliches Silicat	24,45	24,53
Eisen	19,17	18,95
Nickel	56,30	56,07
Kobalt	0,35	0,35
Phosphor	0,04	0,04
Schwefel	0,09	0,09
	<hr/> 400,10	<hr/> 400,05

Zieht man das unlösliche Silicat ab und berechnet die übrigen Bestandteile auf 100 % um, so ergeben sich die folgenden Zahlen:

Eisen	25,24	25,11
Nickel	74,17	74,30
Kobalt	0,46	0,46
Phosphor	0,04	0,04
Schwefel	0,09	0,09
	<hr/> 400,00	<hr/> 400,00

Die Zahlen weichen nur wenig ab von den Werten, die Melville erhielt. Seine Werte sind 23,22 % Eisen, 60,45 % Nickel, 15,83 % andere Bestandteile. Rechnet man die Metalle auf 100 % um, so erhält man 27,75 % Eisen und 72,25 % Nickel.

Die Probe der Eisen-Nickellegierung vom Smith River in Californien bildet Körner von bemerkenswert gleichmäßiger Größe; ihr Durchmesser ist 0,15 mm, gelegentlich größer bis zu 1,5 mm. Der metallische Sand — als solcher ist er seinem Aussehen nach zu bezeichnen — stammte aus Goldwäschen und bestand hauptsächlich aus der Legierung im Gemenge mit Magnetit und sehr wenig Chromit. Da es unmöglich erschien, mechanisch die Legierung vom Magnetit zu trennen, so wurde wieder der chemische Weg eingeschlagen. Infolge der Größe der Körner, die sich nicht pulverisieren ließen, schritt die Lösung in Jod zu langsam voran. Aber in warmer verdünnter Salpetersäure (1 Teil concentrirte  $\text{NO}_3\text{H}$ : 2 Teilen  $\text{H}_2\text{O}$ ) war die Legierung leicht löslich, während der Magnetit, wenn überhaupt, nicht nennenswert angegriffen wurde. Zwei Analysen ergaben folgende Resultate:

Unlösliche Substanz	9,45	9,97
Eisen	19,21	18,97
Nickel	68,61	68,46
Kobalt	1,07	1,07
Kupfer	0,59	0,56
Schwefel	0,05	0,05
Phosphor	0,04	0,04
Kieselsäure	0,10	0,19
Magnesiumoxyd	0,50	0,44
	<hr/> 99,62	<hr/> 99,75

Das spec. Gewicht ist 7,45; für die Legierung ergibt sich 7,85, wenn man 9,7% Magnetit annimmt.

Zieht man den unlöslichen Teil, bestehend aus Magnetit, etwas Chromit und Spuren von Kieselsäure und Magnesiumoxyd ab und rechnet man die übrigen Bestandteile auf 100% um, so erhält man:

Eisen	21,45	21,28
Nickel	76,60	76,79
Kobalt	4,19	4,20
Kupfer	0,66	0,63
Phosphor	0,04	0,04
Schwefel	0,06	0,06
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

Löst man die Legierung in Salzsäure, so läßt sich ein Geruch nach Kohlenwasserstoffen nicht wahrnehmen, wie man ihn beim Lösen von Eisen und Stahl beobachtet; auch Graphit war nicht anwesend.

Die beschriebenen Eisen-Nickellegierungen sind in ihrer Zusammensetzung ganz ähnlich den schon beschriebenen Vorkommen von anderen Fundorten. Zum Vergleiche wurden in einer Tabelle die Procentzahlen für Eisen und Nickel, welche diese verschiedenen Legierungen enthalten, zusammengestellt. Die erste Analyse betrifft die am George River (mündet in die Awarua-Bay an der Westküste von South Island, Neuseeland) gefundene Legierung; sie wurde 1885 von W. Skey<sup>1)</sup> beschrieben und erhielt den Namen Awaruit. Die zweite Analyse, von A. Sella<sup>2)</sup>, betrifft eine Legierung aus den goldführenden Sanden des Elvo, in der Nähe von Biella in Piemont in Italien. Das Material zur dritten Analyse, von Melville, stammt aus dem Bezirk Josephine; es wurde unter dem Namen Josephinit beschrieben. Nr. 4 ist eine neuere Analyse von F. G. Wait, die Hoffmann<sup>3)</sup> anführt; sie betrifft eine ähnliche Legierung vom Fraser River in Britisch-Columbia. Hoffmann belegte sie mit dem Namen Souesit, »um dieses Vorkommen von dem anderer natürlich vorkommender Eisen-Nickellegierungen zu unterscheiden«. Die beiden letzten Analysen sind die von mir oben angeführten.

Fundort:	Analysiert von	Fe	Ni	Co	Cu	Andere Bestandteile:
1. Neuseeland	Skey	31,02	67,63	0,70	ohne	0,63
2. Piemont	Mattirolo	26,60	75,20 <sup>4)</sup>	—	ohne	—
3. Bez. Josephine	Melville	27,44	71,35	0,65	0,59	—
4. Brit.-Columbia	Waite	22,30	76,48	ohne	1,22	—
5. Bez. Josephine	Jamieson	25,24	77,17	0,46	—	0,13
6. Bez. Del Norte	—	21,45	76,60	1,19	0,59	0,10

1) Trans. N. Zealand Inst. 18, 404. Ref. diese Zeitschr. 17, 409.

2) Compt. rend. 112, 474. Ref. diese Zeitschr. 22, 577.

3) Amer. Journ. Sc. 4905 (4), 19, 349.

4) Enthält Kobalt.

Ein Blick auf die Analysen von den fünf verschiedenen Vorkommen zeigt, daß in der Zusammensetzung der Legierungen eine gewisse Gleichmäßigkeit besteht; aber offenbar stellen sie keine bestimmte Verbindung von Eisen und Nickel dar, was auch nicht zu erwarten war. Für  $Fe : Ni = 1 : 3$  ergeben sich 24,00 %  $Fe$  und 76,00 %  $Ni$ ; diesen Zahlen nähern sich die meisten Analysen, während für das Verhältnis  $1 : 2$  sich 32,49 %  $Fe$  und 67,81 %  $Ni$  berechnen. Bedauerlicherweise hat eine so seltene Substanz drei verschiedene Namen erhalten: Awaruit, Josephinit und Souesit. Aus Prioritätsgründen wäre es angebracht, nur die Bezeichnung Awaruit zu gebrauchen.

Was das Vorkommen betrifft, so ist aus dem Umstande, daß die Legierung im Bezirk Josephine in Oregon in Gesellschaft mit Serpentin und in Piemont, am Fraser River und im Bezirk Del Norte in Californien in Gesellschaft mit Chromit auftritt, zu schließen, daß sie aus basischen Peridotgesteinen stammt; da Neigung zur Oxydation anscheinend nicht besteht, so findet man die Legierung als schweren Bestandteil in benachbarten Flußsand.

Zum Schluß habe ich den Herren Bixby und Dr. Day für die Übersendung des Materials an das Laboratorium und Herrn Prof. S. L. Penfield für seine Hilfe und wertvollen Ratschläge zu danken.

## XI. Kürzere Originalmitteilungen und Notizen.

### 1. H. Hilton (in Bangor, N. Wales): Eine Analyse der auf die Krystallographie anwendbaren 32 endlichen Bewegungsgruppen.

Die 32 Symmetriegruppen der Krystallographie sind geometrisch unterschieden. Abstract betrachtet, d. h. wenn nur die Verwandtschaft zwischen den sie erzeugenden Operationen berücksichtigt wird, sind sie jedoch nicht alle von einander verschieden. Zum Beispiel: Seien  $a$ ,  $b$  zwei unter einem Winkel  $\sec^{-1} \sqrt{3}$  einander schneidende Geraden, und möge  $A$  eine Drehung von  $120^\circ$  um  $a$  bezeichnen. Alsdann bringt, wenn  $B$  eine Drehung von  $90^\circ$  um  $b$  bedeutet,  $A + B$  die pentagon-ikositetraëdrische Gruppe hervor, während, wenn  $B$  eine Drehspiegelung von  $270^\circ$  um  $b$  bedeutet,  $A + B$  die hexakistetraëdrische Gruppe erzeugt. In beiden Fällen sind jedoch  $A$  und  $B$  offenbar mit einander verknüpft durch dieselben Beziehungen:  $A^3 = B^4 = (AB)^2 = 1$ , so daß die beiden Gruppen im abstracten Sinne identisch sind<sup>1)</sup>.

Wenn  $P_1, P_2, \dots, P_n$  ein vollständiges System gleichwertiger Punkte für irgend eine Gruppe bilden, so permutiert jede Operation dieser Gruppe die  $P$ 's sämtlich unter einander, und die Gruppe ist isomorph mit der transitiven Substitutionsgruppe, welche von den diese Permutationen erzeugenden Substitutionen gebildet wird. (Wenn  $P_1$  keine specielle Stellung hat, ist die Substitutionsgruppe regulär, und ihre Ordnung und ihr Grad sind beide gleich der Ordnung der entsprechenden Bewegungsgruppe, während der Isomorphismus holoëdrisch ist.) Versetzt man z. B.  $P_1$  auf eine trigonale Axe der hexakistetraëdrischen Gruppe, so ergibt sich, daß diese Gruppe (und folglich auch die pentagon-ikositetraëdrische Gruppe) holoëdrisch isomorph mit der symmetrischen Gruppe 4. Grades ist.

Wendet man der Kürze wegen die Bezeichnung von Schoenflies (»Krystallssysteme und Krystallstruktur« S. 104) an, so haben wir folgende auf Krystallographie anwendbare abstracte Gruppen: die identische Gruppe, nämlich  $C_1$ ; cyklische Gruppen von der Ordnung 2, 3, 4 und 6, nämlich:  $C_2$ ,  $S$  und  $S_2$ ;  $C_3$ ;  $C_4$  und  $S_4$ ;  $C_6$ ,  $C_3^h$ , und  $S_6$ ; eine Abelsche Gruppe von der Ordnung 4 mit den Invarianten 2, 2, nämlich  $C_2^h$ ,  $C_2^v$  und  $V$ ; eine Abelsche Gruppe von der Ordnung 8 mit den Invarianten 2, 2, 2, nämlich  $V^h$ ; eine Abelsche Gruppe von der Ordnung 8 mit den Invarianten 4, 2, nämlich  $C_4^h$ ; eine Abelsche Gruppe von der Ordnung 12 mit den Invarianten 6, 2, nämlich

<sup>1)</sup> Dies scheint zuerst bemerkt worden zu sein von H. Maschke, American Journ. Math. 18, 480. Ich habe Dessen Beweis vereinfacht.

$C_6^h$ ; eine Gruppe von der Ordnung 6, erzeugt durch die Operationen  $A$  und  $B$ , welche der Bedingung:  $A^3 = B^2 = (AB)^2 = 1$  genügen, nämlich  $C_3^v$  und  $D_3$ ; eine Gruppe von der Ordnung 8, erzeugt durch die Operationen  $A$  und  $B$ , welche der Bedingung:  $A^4 = B^2 = (AB)^2 = 1$  genügen, nämlich  $C_4^v$ ,  $D_4$ , und  $S_4^u$ ; eine Gruppe von der Ordnung 12, erzeugt durch die Operationen  $A$  und  $B$ , welche der Bedingung:  $A^6 = B^2 = (AB)^2 = 1$  genügen, nämlich  $C_6^v$ ,  $D_6$ ,  $D_3^h$  und  $S_6^u$ ; eine Gruppe von der Ordnung 16, erzeugt durch die Operationen  $A$ ,  $B$  und  $C$ , welche der Bedingung:  $A^4 = B^2 = C^2 = (AB)^2 = (BC)^2 = 1$  genügen, nämlich  $D_4^h$ ; eine Gruppe von der Ordnung 24, erzeugt durch die Operationen  $A$ ,  $B$  und  $C$ , welche der Bedingung:  $A^6 = B^2 = C^2 = (AB)^2 = (BC)^2 = ACA^5C = 1$  genügen, nämlich  $D_6^h$ ; eine Gruppe von der Ordnung 12, erzeugt durch die Operationen  $A$  und  $B$ , welche der Bedingung:  $A^3 = B^2 = (AB)^3 = 1$  genügen, nämlich  $T$ ; eine Gruppe von der Ordnung 24, erzeugt durch die Operationen  $A$  und  $B$ , welche der Bedingung:  $A^3 = B^4 = (AB)^2 = 1$  genügen, nämlich  $T^d$  und  $O$ ; eine Gruppe von der Ordnung 24, erzeugt durch die Operationen  $A$  und  $B$ , welche der Bedingung:  $A^6 = B^2 = (AB)^3 = (A^3B)^2 = 1$  genügen, nämlich  $T^h$ ; eine Gruppe von der Ordnung 48, erzeugt durch die Operationen  $A$  und  $B$ , welche der Bedingung:  $A^6 = B^2 = (AB)^4 = (A^3B)^2 = 1$  genügen, nämlich  $O^h$ ; — zusammen 18 Gruppen.

## 2. E. von Fedorow (in Petrowsko-Rasumowskoje bei Moskau): Zur Beziehung zwischen Krystallographie und Zahlenlehre.

Bei der ausführlichen Bearbeitung der Syngoniellehre, einer der Grundlehren der Krystallographie, bin ich auf unendlich viele benannte Beziehungen gestoßen, welche uns in den Stand setzen, unzählige Sätze der Zahlenlehre aus der Syngoniellehre abzuleiten. Für diese Notiz begnüge ich mich mit den einfachsten Beispielen.

Die Gleichung

$$c = ap_1^2 + bp_2^2 \quad (a \text{ bedeutet eine Primzahl})$$

drückt in der Syngoniellehre (also in dem Gebiete der Krystallographie) die vollständige Entwicklung einer Zone aus, deren Parameter  $a$  ist. Dabei hat  $c$  die Form  $c'q^2$ . Also vom Standpunkte der Zahlentheorie aus haben wir in dieser Gleichung den Ausdruck folgender Aufgabe: Durch wie viele gleiche Quadrate  $q^2$  kann die Summe von  $a$  Quadraten einer beliebigen Zahl  $p_1$  und  $b$  Quadraten einer beliebigen Zahl  $p_2$  wo  $p_1$  und  $p_2$  keine gemeinschaftlichen Factoren besitzen) ersetzt werden?

Nun habe ich bewiesen, daß jedem Parameter  $a$  eine bestimmte unendliche Reihe von Primzahlen  $a, b, c, \dots$  zugeordnet ist, und daß dann die Zahl  $c'$  das Product dieser Zahlen in beliebiger Combination derselben ist. Außerdem gibt es unendlich viele Zahlen  $p_1$  und  $p_2$ , welche der Gleichung genügen für ein bestimmtes  $c'$ , dessen zulässige Werte durch den vorigen Satz bestimmt sind.

Zum Beispiel in dem ganz speciellen und einfachsten Falle  $a = 1$  ist die zugeordnete Reihe einfacher Zahlen diejenige, welche die Form  $1 + 4n$  besitzt, wo  $n$  eine beliebige ganze Zahl ist mit Hinzunahme von 2, also die Reihe

$$1, 2, 5, (9), 13, 17, (21), (25), 29, (33), 37, 41, (45), (49), 53, (57), 61, (65), (69), 73 \dots$$



Die in Klammern gesetzten Zahlen gehören dieser Reihe nicht an, da sie keine Primzahlen sind.

Somit kann die Zahl  $c'$  als beliebiges Product  $2 \cdot 5$ ,  $2 \cdot 13$ ,  $13 \cdot 17$ ,  $2 \cdot 29 \cdot 37 \cdot 41$  u. s. f. in der betreffenden Gleichung auftreten.

Im speciellen Falle  $a = 3$  ist die zugeordnete Reihe einfacher Zahlen diejenige, welche die Form  $1 + 6n$  besitzt, wo  $n$  eine beliebige ganze Zahl mit Hinzunahme von 3 ist, also die Reihe

$$1, 3, 7, 13, 19, (25), 31, 37, 43, (49), (55), 61, 67, 73, 79, (85), (91), 97, 103, 109, \dots,$$

wo ebenfalls die in Klammern gesetzten Zahlen der Reihe nicht angehören, da sie keine Primzahlen sind.

Aus dieser Reihe sind durch alle möglichen Combinationen der Glieder derselben, als Factoren eines Productes betrachtet, vollständig die Werte von  $c'$  gegeben.

Falls  $a$  ein Product  $ab$  von zwei einfachen Zahlen ist, so zerfällt der Complex in zwei verschiedene Zahlencomplexe, in welchen kein einziges Glied gemeinschaftlich ist, und welche in zwei Gleichungen

$$c = abp_1^2 + p_2^2 \quad \text{und} \quad c = ap_1^2 + bp_2^2$$

ihren Ausdruck finden.

Diesen beiden Zahlencomplexen, zusammengenommen, ist eine und dieselbe Reihe der einfachen Zahlen zugeordnet, aber deren beliebige Producte lassen sich, einem bestimmten und einfachen Gesetze folgend, zwischen beiden verteilen.

In dem Falle  $a = a \cdot b \cdot c$  gibt es vier, in dem Falle  $a = a \cdot b \cdot c \cdot d$  gibt es acht solcher Zahlencomplexe, und überhaupt, wenn  $a$  aus  $n$  einfachen Factoren besteht, so gibt es  $2^{n-1}$  solcher Zahlencomplexe (in keinen zwei derselben ist ein Factor von charakteristischen Primzahlen gemeinschaftlich).

Indem ich mich für diese kurze Notiz hiermit begnüge und auf eine demnächst in den Denkschriften der königl. Bayerischen Akademie erscheinende Arbeit »Syngonielehre« verweisen will, bin ich doch genötigt, betreffend die Notiz von Hrn. Dr. Haag (diese Zeitschr. 40, 497) ein paar Worte zu sagen.

Hr. Haag beschuldigt mich eines Angriffes gegen ihn. In der Tat habe ich sein Hauptresultat (Irrationalität des Hexakisoktaeders mit minimaler Oberfläche) bestätigt und nur das Bedauern ausgesprochen, daß u. a. auch Derselbe mit den in russischer Sprache erschienenen Arbeiten nicht bekannt ist (was keineswegs einen Angriff in sich enthalten kann, da Derselbe wahrscheinlich dieser Sprache nicht mächtig ist, und dies bezieht sich somit ausschließlich auf die gegenwärtige Lage der internationalen wissenschaftlichen Organisation). Seinerseits spricht Hr. Dr. Haag von meiner »unbewiesenen und falschen Voraussetzung«, während ich die Quelle citiere, wo der betreffende Satz vollständig bewiesen ist. Natürlich ist ihm dieser Beweis unbekannt geblieben. Übrigens habe ich von demselben Satze schon längst in der deutschen wissenschaftlichen Literatur Anwendungen gemacht<sup>1)</sup> und bis jetzt keine Entgegnungen gefunden.

1) z. B. in dieser Zeitschr. 35, 76 und 78.

**3. E. Sommerfeldt** (in Tübingen): **Einige Anwendungen der stereographischen Projection.** Hierzu 1 Textfigur und Taf. III auf Pauspapier.

### 1. Die Anfertigung von perspectivischen Krystallzeichnungen.

a. Axonometrisches Zeichnen in der stereographischen Projectionsebene. — Bereits von Hecht<sup>1)</sup> wurde ein Verfahren zur Gewinnung einer Parallelprojection aus der stereographischen Projection der Polfigur angegeben; aber die Methode ist einer Verallgemeinerung von der dort allein berücksichtigten orthogonalen Projection auf schiefe Parallelprojectionen fähig, wobei — wie hier gleichzeitig gezeigt werden soll — die Beziehungen zu dem Pohlkeschen Fundamentalsatze der Axonometrie in ein klares Licht treten. Für die Praxis der Krystallzeichnung kann diese Verallgemeinerung ebenfalls nutzbringend sein; denn häufig tritt der Fall ein, daß bei der gerade getroffenen Wahl der Bestimmungsstücke mehrere Linien unerwünschter Weise zusammenfallen, wobei alsdann das im folgenden zu beschreibende Verfahren leicht Änderungen ohne Vornahme einer völligen Neuankfertigung der Zeichnung zu treffen gestattet.

Zur Vereinfachung der Ausdrucksweise benutzen wir einige in der Geographie gebräuchliche Bezeichnungen und zwar Äquatorebene, Süd- und Nordpol für die Projectionsebene, den Augenpunkt und den diesem diametral gegenüberliegenden Punkt der Constructionskugel; ferner seien diejenigen Punkte eines Zonenkreises, welche in der Verbindungsebene der N.-S.-Axe mit der betreffenden Zonenaxe liegen, als Culminationspunkte des Zonenkreises in bezug auf die N.-S.-Axe bezeichnet, und analog diejenigen Punkte eines Zonenkreises, welche in der durch die Zonenaxe und eine beliebig gewählte Richtung  $p$  gelegten Ebene sich befinden, als Culminationspunkte in bezug auf  $p$ .

Die Zeichnungsebene der stereographischen und axonometrischen Projection setzen wir in diesem Kapitel als identisch voraus, im nächsten wird die Vornahme der Transformation der Projectionsebene, durch welche dieser Fall stets auf den allgemeinsten zurückgeführt werden kann, erledigt werden. Unter stereographischen Netzen verstehen wir — wie üblich — die stereographischen Abbilder eines Gradnetzes von Großkreisen (Meridianen) nebst denen der Schar von Kleinkreisen, welche auf jenen senkrecht stehen (Breitenkreisen). Der Kürze wegen mögen auch die Abbilder dieser Scharen als »Groß-« resp. »Kleinkreise« von einander unterschieden werden, allerdings wird je ein Kreis der sphärischen Scharen nicht als Kreis im engeren Sinne, sondern als gerade Linie abgebildet; diese beiden Linien mögen nach einer in der Mathematik üblichen Ausdrucksweise als ausgearteter Großkreis resp. ausgearteter Kleinkreis des Netzes bezeichnet werden.

Sobald die Richtungen der Begrenzungskanten in der axonometrischen Projection bekannt sind, bereitet ihre vollständige Ausführung keinerlei Schwierigkeiten, so daß unser Problem folgendermaßen formuliert werden kann: Es handelt sich darum, die Richtungen der Begrenzungskanten aus der (als gegeben angenommenen) stereographischen Projection in die (zu suchende) axonometrische zu übertragen.

Die Begrenzungskanten selbst sind nun zwar in der stereographischen Projection nicht zur Abbildung gelangt, sondern nur die auf ihnen senkrechten

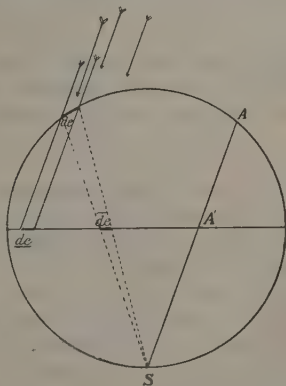
1) B. Hecht, Anleitung zur Krystallberechnung. Leipzig 1893, Anhang; vergl. auch F. Stöber, Bull. soc. min. fr. 1899, 22, 42—60. Ref. diese Zeitschr. 34, 624, und C. Viola, Grundzüge der Krystallographie, 1904, S. 29.

Zonenkreise; beachten wir aber, daß ein Zonenkreis dadurch erzeugt werden kann, daß man die Zonenaxe durch Parallelverschiebung an allen nur irgend erreichbaren Stellen die Constructions-kugel tangieren läßt, so werden wir statt von Zonenkreisen lieber von den unendlich schmalen Mänteln der zugehörigen Kreisscheiben reden und sie als »Zonenmäntel« bezeichnen können, d. h. als die Gesamtheit der erzeugenden Linienelemente jenes Kreisscheibenumfangs.

Diese Gesamtheit wird aber als radial schraffierter Kreis in der Äquatorebene abgebildet; da somit alle Richtungen innerhalb der Äquatorebene unter den Abbildern der erzeugenden Linienelemente vertreten sind, muß sich insbesondere stets eine Stelle nachweisen lassen, an welcher das Linienelement des Zonenmantels durch das stereographische und axonometrische Abbildungsverfahren in die gleiche Richtung projiciert wird.

Es möge  $A$  derjenige Punkt der Kugeloberfläche sein, welcher mit dem Südpol  $S$  geradlinig verbunden die Richtung, längs welcher die schiefe Parallelprojection vorgenommen werden soll, liefert; sofern orthogonal projiciert werden soll, so rückt daher  $A$  in den Nordpol;  $SA$  möge die Projectionsebene in  $A'$  durchstoßen.

Jedes Linienelement der Constructions-kugel, welches mit  $SAA'$  durch eine Ebene verbunden werden kann, erlangt durch die stereographische und axonometrische Projection gleichgerichtete Abbilder, so daß nur die zu  $SAA'$  windschief gelegenen sphärischen Linienelemente durch beide Projectionsarten in ungleicher Richtung abgebildet werden können. In der Tat zeigt die Figur (die im Raume senkrecht auf der Projectionsebene zu denken ist), daß zwar die Größe und die Stelle, an welcher das Linienelement der durch die (pfeilförmig gezeichneten) axonometrischen und durch die (gestrichelten) stereographischen Projectiionsstrahlen gelangt, differieren kann, daß aber diese Abbilder  $\underline{de}$  und  $\bar{de}$  in ihrer Richtung übereinstimmen, sobald überhaupt durch  $\underline{de}$  und  $SAA'$  eine Ebene gelegt werden kann.



Es liegt also die gesuchte Stelle des Zonenmantels dort, wo eines seiner erzeugenden Linienelemente mit  $SAA'$  in derselben Ebene befindet, oder anders ausgedrückt: in der durch die Gerade  $SAA'$  und zugleich senkrecht zur Zonenkreisfläche  $Z$  gelegten Ebene. Man findet diese Ebene, indem man sich die Gesamtheit der durch  $SAA'$  überhaupt konstruierbaren Ebenen mit der Constructions-kugel zum Schnitt gebracht denkt, so daß ein sphärisches Kreisbüschel entsteht, und in ihm die senkrecht auf  $Z$  gelegene Kreisebene herausucht. Wegen der Winkeltreue der stereographischen Abbildung überträgt sich diese Rechtwinkligkeit auf die Projection und zwar wird das erwähnte sphärische Kreisbüschel in der Projectionsebene durch ein Büschel gerader Linien stereographisch dargestellt, dessen gemeinsamer Punkt  $A'$  ist. Um die gesuchte Linie des Büschels zu erhalten, denke man sich über das Abbild des gerade in Betracht kommenden Zonenkreises eine Gerade hinbewegend, welche stets auf ihm senkrecht bleibt (was zunächst durch eine Führung erreicht gedacht sei); sobald diese Gerade zugleich durch den Punkt  $A'$  geht, gibt sie die gesuchte Richtung

des Linienelementes und damit der Begrenzungskante an, von welcher wir ausgingen.

Die praktische Ausführung vereinfacht sich etwas, wenn nicht schief, sondern orthogonal projiciert werden soll, da alsdann  $A'$  mit dem Mittelpunkt  $O$  des Äquators zusammenfällt. Ist der gegebene Zonenkreis in der früheren Weise radial schraffiert durch Linien, deren eine in der Figur durch  $de$  wiedergegeben ist, so gibt folglich diejenige Schraffierungslinie, welche durch  $O$  geht, die Richtung der gesuchten axonometrischen Projection an; dieselbe befindet sich zugleich da, wo die Culminationspunkte des Zonenkreises (bezogen auf die Nord-Südrichtung) zur Abbildung gelangen. Statt diese Schraffierung wirklich auszuführen, genügt es aber, auf die Zeichnung ein zugehöriges stereographisches Netz so zu legen, daß die Mittelpunkte beider zusammenfallen und zugleich der gegebene Zonenkreis mit einem Meridian coincidiert, der ausgeartete Kleinkreis enthält alsdann die gesuchte Schraffierungslinie und liefert somit die axonometrische Projection unserer Zonenrichtung.

Für schiefe Parallelprojectionen fällt  $O$  nicht mit  $A'$  zusammen, man kann aber statt der früher beiläufig angenommenen mechanischen Vorrichtung wiederum sich des stereographischen Netzes bedienen, indem man dasselbe zuerst so auf die Zeichnung legt, wie bei dem vorigen Falle und alsdann ohne die Coincidenz des Zonenkreises  $Z$  mit dem betreffenden Meridiankreise aufzuheben, soweit bewegt, bis der ausgeartete Großkreis durch  $A'$  geht. Der ausgeartete Kleinkreis gibt in dieser Stellung wiederum die gesuchte Kantenrichtung, die Mittelpunkte beider Blätter fallen alsdann im allgemeinen nicht mehr zusammen; um das Gleiten des Meridians auf dem Zonenkreise bequem vollführen zu können, muß das Netz aus durchsichtigem Material gefertigt sein.

b. Transformation der Ebene einer stereographischen Projection. — Fällt die Ebene der stereographischen Projection nicht mit der für die axonometrische bestimmten zusammen, so muß man erstere Projection in die Ebene der axonometrischen übertragen. Wie dieses durch eine Drehung der Polfigur resp. durch Abmessung des stereographisch übertragenen Drehungswinkels auszuführen ist, haben bereits verschiedene Autoren gezeigt<sup>1)</sup>; hier möge nur ein die praktische Ausführung erleichterndes Hilfsmittel erwähnt werden. Durch die Drehung gelangen öfters Punkte der oberen Halbkugel in die untere und umgekehrt, auch ist es bisweilen notwendig, die unweit des Äquators liegenden Flächenpole der unteren Halbkugel deshalb darzustellen, weil ihre Schnitkanten mit den angrenzenden Flächen der oberen Halbkugel angehören können und daher bei ihrer Fortlassung die perspectivische Zeichnung am Rande zu früh abgeschnitten erschiene. Zur Vermeidung dieses Übelstandes<sup>2)</sup> habe ich für die stereographischen Netze Hechts' Ergänzungsblätter (Taf. III) construiert, welche die Gradteilung jener auf die untere Halbkugel fortsetzen und so oft als nötig an jene angefügt werden können. Auch lassen sich diese Ergänzungsblätter dazu benutzen, um nach dem Vorschlage Wulffs auf Pauspapier die Zeichnungen selbst auszuführen, und bieten alsdann vor gewöhnlichen, nicht mit Aufdruck versehenen Blättern den Vorzug, daß die Gradteilung des Äquators ähnlich einem Nonius zur Erhöhung der Genauigkeit beim Ablesen geeignet ist. Mit den Wulffschen und Hechtschen Netzen dürfte man in den

1) B. Hecht, l. c. Anhang. — G. Wulff, diese Zeitschr. 1893, 21, 249—251.

2) Die erstgenannte der beiden Schwierigkeiten kann einfacher dadurch umgangen werden, daß man den in die untere Halbkugel rückenden Flächenpol durch seinen Diametralpunkt ersetzt.

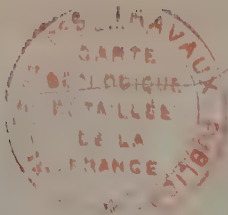


meisten Fällen auskommen, indem man erstere für größere und genauere, letztere für einfachere Constructionen benutzt. Die von Hecht construierten Netze besitzen genau den halben Durchmesser der Wulffschen, während die Penfield'schen wegen der Zugrundelegung amerikanischer Maße zu jenen in keinem einfachen Zahlenverhältnis stehen. Bei der Anwendung zum Krystallzeichnen sind die Dimensionen der beiden letztgenannten unbequem groß, die (in Viegwags Verlag erhältlichen) Netze Hechts hingegen sind bequem und hinlänglich genau.

## 2. Beziehungen zum Pohlkeschen Satze.

Dem Pohlkeschen Fundamentalsatze der Axonometrie zufolge besitzt bekanntlich die allgemeinste axonometrische Projection fünf Bestimmungsstücke, die orthogonale dagegen deren drei. Dieselben lassen sich an unserem Constructionsverfahren leicht verfolgen; zwei können als die sphärischen Coordinaten des Punktes *A* aufgefaßt werden, zwei weitere als die sphärischen Coordinaten desjenigen Flächenpols, durch welchen die stereographische Projectionsebene bestimmt ist, fünftens ist der Durchmesser des Äquatorkreises als letztes Bestimmungsstück aufzufassen. Die zwei erstgenannten sind nicht mehr willkürlich wählbar, sobald die Projection orthogonal erfolgen soll, so daß für diese in der Tat drei Bestimmungsstücke übrig bleiben.





## XII. Auszüge.

---

**1. Fr. Wallerant** (in Paris): **Zur Theorie der Krystallgruppen** (Sur la théorie des groupements cristallins. Bulletin d. l. soc. franç. de minéral. 1903, **26**, 136—146).

Es wird zunächst vorausgesetzt, daß das Raumgitter mindestens die Symmetrie der Krystallpartikel besitze, welche im jedesmaligen Mittelpunkte des Parallelepipedons gedacht wird. Als Hauptdurchmesser (diamètres principaux) werden diejenigen Geraden bezeichnet, welche parallel zu den Kanten des Parallelepipedons durch dessen Mittelpunkt gehen; als Zwischendurchmesser (diamètres non principaux) die Verbindungslinien der Mitten je zweier gegenüberliegender Kanten und als Diagonalen (diagonales) die Verbindungslinien je zweier gegenüberliegender Ecken des Parallelepipedons; als Hauptebenen (plans diamétraux principaux) die durch den Mittelpunkt des Parallelepipedons parallel zu dessen Flächen gehenden Ebenen, als Zwischenebenen (plans diamétraux non principaux) diejenigen, welche durch zwei gegenüberliegende Kanten gehen, als oktaëdrische Ebenen solche, welche durch den Mittelpunkt des Parallelepipedons gehend auf drei, in einer Ecke zusammenstoßenden Kanten Abschnitte liefern, deren Längen bezüglich dieser Kanten durch die Indices  $(1, 1, 1)$  bestimmt sind. Unter trapezoëdrischen Axen und Ebenen versteht Verf. Geraden und Ebenen, welche in bezug auf die Kanten des Parallelepipedons durch die Zahlen  $(2, 1, 1)$  in beliebiger Reihenfolge charakterisiert sind. Die genannten Geraden und Ebenen werden als bevorzugte Elemente (éléments privilégiés) der complexen Partikel bezeichnet. Berücksichtigt man nur die nächsten Nachbarn, dann ist bei paralleler Lagerung der Partikeln jede derselben so orientiert, daß ihre bevorzugten Elemente mit den entsprechenden der Nachbarn zusammenfallen.

Ist eine Partikel durch irgend eine Veranlassung an der parallelen Orientierung verhindert, dann können nicht alle ihre bevorzugten Elemente mit den entsprechenden der Nachbarn zusammenfallen, aber sie wird bestrebt sein, daß doch einige zusammenfallen, dann erfüllt die Partikel wenigstens einen Teil der die stabile Anordnung hervorbringenden Bedingungen und befindet sich in einem relativen Maximum der Stabilität.

1) Damit zwei bevorzugte Geraden einer Partikel mit den zwei entsprechenden einer gleichen Partikel die gleiche, aber entgegengesetzte Richtung bekommen, muß sie aus der parallelen Stellung um die Normale zu der die beiden Geraden einschließende Ebene um 180 Grad gedreht werden. Jene Normale wird im allgemeinsten Falle keiner krystallographischen Kante entsprechen. Ist die genannte Ebene die oktaëdrische, dann fallen nach der Drehung noch drei bevorzugte Geraden (die drei Zwischendurchmesser) in parallele, aber entgegengesetzte Richtung. Geschieht die Drehung um die Normale zu einer trapezo-

zoëdrischen Ebene, so gelangen eine Diagonale und ein Zwischendurchmesser in parallel entgegengesetzte Richtung. Die Drehung um  $180^\circ$  um die Normalen zu einer Hauptebene, zu einer Zwischenebene, zu einer oktaëdrischen und zu einer trapezoëdrischen Fläche sind die einzigen Möglichkeiten, bei welchen zwei bevorzugte Geraden mit zwei entsprechenden Geraden des zweiten Individuums zur Deckung kommen, ohne daß die beiden Individuen parallel orientiert sind. Diese Drehungen liefern die Zwillinge zweiter Art.

Sollen zwei bevorzugte Ebenen bei zwei gleichen Individuen zusammenfallen, dann muß das eine Individuum aus der parallelen Stellung um die Schnittkante der beiden Ebenen um  $180^\circ$  gedreht werden. Infolgedessen können die Hauptdurchmesser, die Zwischendurchmesser, die Diagonalen und die trapezoëdrischen Durchmesser Gruppierungssachsen und zwar der ersten Art bilden.

Tritt an die Stelle der einen Partikel die zu ihr enantiomorphe, so tritt Spiegelbildung ein nach der zur Drehungsaxe normalen Ebene.

Ref.: J. Beckenkamp.

**2. D. Gernez (in Paris): Über die Form des Quecksilberjodids bei seiner Ausscheidung aus Lösungen** (Compt. rend. 1903, 136, 1322—1324. Ausführlicher: Ann. chim. phys. 1903 (7), 29, 417—432).

Die vom Verf. benutzten Lösungen waren stets aus rotem  $HgJ_2$  bei einer erheblich unter dem Umwandlungspunkte ( $126^\circ$ ) liegenden Temperatur hergestellt. Eine kleine Menge derselben wurde in ein Uhrglas getropft, welches sich in einem Bade befand, dessen Temperatur ebenfalls erheblich unter  $126^\circ$  war (meist wurde ein Wasserbad angewendet), und welches diese Temperatur angenommen hatte. Die hier sehr rasch verdampfende Lösung lieferte stets einen Absatz von gelben Krystallen, welche monatelang unverändert blieben, wenn man das Uhrglas umgekehrt im Dunkeln aufbewahrte. Es wurden Lösungen in mehr als sechzig Substanzen (Kohlenwasserstoffen und deren Halogeniden, Alkoholen, Ketonen, Säuren und deren Äthern usw.) angewendet, und die Versuche gehen sogar dann das gleiche Resultat, wenn sich festes rotes  $HgJ_2$  in dem Uhrglase befindet, sobald nur die Ausscheidung der gelben Krystalle schneller vor sich geht, als die Umwandlung in die rote Modification. Lösungen in Pyridin u. a. Basen, welche mit  $HgJ_2$  krystallisierte Verbindungen bilden, liefern beim Eintropfen in das Uhrglas farblose krystallinische Absätze dieser Verbindungen; dieselben dissociieren dann sofort, indem die Base verdampft und gelbes  $HgJ_2$  zurückbleibt. Lösungen in sehr flüchtigen Substanzen, wie Äther, lassen selbst bei sehr niedriger Temperatur (in Berührung mit fester Kohlensäure) gelbes  $HgJ_2$  zurück.

Aus übersättigten Lösungen in Flüssigkeiten, welche für die obige Methode nicht flüchtig genug sind (wie wässrige Lösungen von  $NaCl$  usw.), erhält man die gelbe Modification, indem man die bei höherer (aber unter  $126^\circ$  liegender) Temperatur gesättigte Lösung in einem horizontalen engen Glasrohre rasch abkühlt, selbst dann, wenn die Abkühlung auf eine sehr niedrige Temperatur erfolgt. Kühlt man eine bei  $100^\circ$  gesättigte Lösung in Essigsäureanhydrid in dieser Weise durch flüssige Luft ab, so erstarrt der Inhalt zu einer farblosen Substanz, welche bei der Erwärmung schmilzt und gelbe Krystalle absetzt.

[Der Ref. hat bereits in seiner »Einleitung in die chemische Krystallographie« S. 14 darauf aufmerksam gemacht, daß die Resultate der zahlreichen und sorgfältigen Versuche des Verfs. im Einklange stehen mit der sogenannten Ostwaldschen Regel (s. ebenda S. 16).]

Ref.: P. Groth.

3. L. Cayeux (in ?): Über das Vorkommen makroskopischer Albitkrystalle in den triassischen Dolomiten von Kreta (Compt. rend. 1903, 136, 1703—1704).

Die bis 7 mm großen schwärzlichen Krystalle finden sich nur in der unmittelbaren Nähe einer Verwerfung; sie sind dünntafelförmig nach {010} und manchmal verlängert nach der Kante [010, 111]; Comb.: {010} {001} {111} {111} {130} {130} {201} {110}. Zwillinglamellen nach dem Albitgesetz; selten Zwillinge des Karlsbader Gesetzes, zweifelhaft solche nach dem Gesetze von Roc Tourné.

Ref.: P. Groth.

4. G. Meslin (in ?): Über die Messung des Dichroismus der Krystalle (Ebenda 1903, 137, 246—248).

Die Verschiedenheit der Absorption verschieden gerichteter Schwingungen ist mit der Haidingerschen Lupe bekanntlich schwer zu erkennen, wenn sie gering ist, also die beiden Bilder sehr ähnliche Färbung zeigen, oder wenn die Absorption für jeden der beiden Strahlen im ganzen Spectrum eine ungefähr gleiche ist, d. h. beide Bilder weiß erscheinen (»dichroïsme blanc« des Verfl.). Infolge ihrer verschiedenen Intensität liefern jedoch auch in solchen Fällen die beiden aus den Krystallen austretenden Schwingungen ein partiell polarisiertes Strahlenbündel, und diese Polarisation kann mit einem Aragoschen Polariskop, dessen Quarzplatte durch eine Soleilsche Doppelplatte ersetzt ist, festgestellt werden; man stellt den doppeltbrechenden Analysator unter  $45^0$  zu den beiden Schwingungen, so daß eines der beiden Bilder der Doppelplatte rechts über dem andern sichtbar ist. Fügt man dann in den Strahlengang eine dünne, fast farblose Turmalinplatte (negativ) ein, so erscheinen die beiden inneren, einander berührenden Halbkreise rosa, die äußeren grün; bei Anwendung eines schwach dichroitischen Rauchquarzes (positiv) sind die inneren grün, die äußeren rosa. Zur Messung des Dichroismus verfährt man folgendermaßen: Vor dem Polariskope bringt man eine dicke, der Axe parallele Quarzplatte an, deren Schwingungen  $45^0$  mit denen des Polarisators bilden; das Strahlenbündel zeigt alsdann keine Polarisation. Wird nun die zu untersuchende Krystallplatte eingeschaltet, so erscheint eine Verschiedenheit der Farben; durch Drehen des Polarisators um den Winkel  $\alpha$  können diese wieder gleich gemacht werden. Es gilt alsdann, wenn  $V$  und  $H$  die beiden Schwingungscomponenten sind, welche durch die Absorption im Krystalle gleich groß gemacht werden, und  $A_v$  und  $A_h$  die Coëfficienten bedeuten, mit welchen hierbei die Amplituden multipliciert werden, die Relation:

$$VA_v = HA_h, \text{ folglich: } \frac{A_h}{A_v} = \frac{V}{H} = \tan \alpha.$$

Die Methode kann auch auf sehr kleine Krystalle angewendet werden, indem das Ocular eines Polarisationsmikroskopes durch ein Sénarmontsches Polariskop ersetzt wird.

Ref.: P. Groth.

5. F. Osmond und G. Cartaud (in Paris): Über die Meteoreisen (Ebenda 1057—1059).

Die Verfl. haben die zur mikroskopischen Untersuchung des Eisens benutzten Methoden (s. diese Zeitschr. 35, 637) auch auf Meteoreisen angewendet und sind dabei zu folgenden Resultaten gelangt:

Eisen mit weniger als 13 %  $Ni$  enthält letzteres in nicht gesättigter fester Lösung und gehört der  $\alpha$ -Modification an; diesem entsprechen die sogenannten kubischen Meteoreisen, welche aus  $Ni$ -armen Kamazit bestehen. Legierungen mit über 44 %  $Ni$  sind ungesättigte feste Lösungen von  $Fe$  in der  $\alpha$ -Modification von  $Ni$  (Meteoreisen dieser Zusammensetzung sind zweifelhaft). Eisen von dazwischen liegendem  $Ni$ -Gehalt sind Gemenge der beiden gesättigten festen Lösungen mit 13 % (Kamazit) und mit 44 % (Taenit); hierher gehören alle oktaëdrischen Meteoreisen. Die Meteoreisen waren in höherer Temperatur homogene feste Lösungen von  $\gamma$ - $Fe$  und  $\beta$ - $Ni$ ; bei der sehr langsamen (der der Planeten entsprechenden) Abkühlung ist der stabile Gleichgewichtszustand eingetreten, indem sich je nach dem Nickelgehalte Kamazit oder dieser zusammen mit Taenit bildete (Plessit ist das eutektische Gemenge beider).

Ref.: P. Groth.

**6. A. de Schulten** (in Paris): Über die Krystallform der gelben Molybdänsäure (Bull. d. l. soc. franç. d. minér. 1903, 26, 6—8).

Krystalle aus der Lösung von molybdänsaurem Ammon in Salpetersäure bei jahrelangem Stehen abgesetzt. Zusammensetzung:  $MO_3 \cdot 2H_2O$  (s. auch Parmentier, Compt. rend. 95, 839). In Rotglut vollkommen flüchtig. Spec. Gew. 3,124 bei 15°.

Monoklin-prismatisch.  $a:b:c = 1,0950:1:1,0664^1$ ;  $\beta = 90^\circ 41'$ .

Die Krystalle gleichen kleinen Würfeln von 0,8—0,9 mm Durchm., gebildet von  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $c\{001\}$ , deren Kanten und Ecken abgestumpft werden durch folgende Formen:  $\{102\}$ ,  $\{10\bar{2}\}$ ,  $\{11\bar{1}\}$ ,  $\{012\}$ ,  $\{210\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{524\}$ ,  $\{311\}$ ,  $\{113\}$ ,  $\{324\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(001):(100)$	= —	*89° 19'
$(102):(001)$	25° 50'	25 47
$(\bar{1}02):(001)$	26 5½	26 10
$(012):(010)$	—	*61 56
$(210):(010)$	—	*61 18
$(110):(010)$	42 24	42 26
$(012):(\bar{1}11)$	38 15	38 27
$(11\bar{1}):(210)$	39 14	39 10
$(113):(012)$	18 56	18 58
$(210):(524)$	44 46	44 55
$(210):(311)$	19 44	19 50
$(113):(100)$	72 25	72 21
$(113):(102)$	20 11	20 14
$(113):(\bar{1}\bar{1}3)$	37 14	37 4
$(11\bar{1}):(100)$	56 40	56 26
$(11\bar{1}):(010)$	52 27	52 28½
$(524):(100)$	25 45	25 38
$(524):(010)$	66 50	66 56
$(311):(100)$	26 29	26 30
$(324):(110)$	19 11	19 4
$(324):(010)$	55 28	55 15

1) Der Verf. nimmt die Axenverhältnisse  $a:b:c = 0,5475:1:0,5332$  an. Bei dem ausgezeichnet pseudokubischen Charakter ist die obige Annahme vorzuziehen, wie auch die einfacheren Symbole beweisen.

Ebene der optischen Axen  $\perp$  {010}: eine Hauptschwingungsrichtung bildet mit  $c$   $9^\circ$  im stumpfen Winkel  $\beta$ .

Ref.: P. Groth.

**7. A. de Schulten** (in Paris): **Über das Doppelarseniat von Ammonium und Calcium** (Bull. d. l. soc. franç. d. minér. 1903, **26**, 9—11).

Die Krystalle wurden erhalten durch Einwirkung von Ammoniak auf eine verdünnte Lösung von Dicalciumarseniat in überschüssiger Salzsäure. Ihre Zusammensetzung ist  $AsO_4Ca(NH_4) \cdot 7H_2O$ . Spec. Gew. 1,905 bei  $15^\circ$ .

Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 0,5339 : 1 : 0,6036; \beta = 94^\circ 23'.$$

Dünne Täfelchen nach {010} mit den Randflächen: {110}, {120}, {100}, {011}, {001}, {111}, {101}, {11 $\bar{1}$ }, {10 $\bar{1}$ }. Bei rascher Krystallisation verschwinden die Flächen der Zonen [001] und [101].

	Berechnet:	Beobachtet:
(004) : (100) =	—	*88° 37'
(011) : (010)	—	*58 53
(110) : (010)	—	*61 54
(110) : (120)	18° 47'	18 45
(111) : (010)	68 26	68 31
(11 $\bar{1}$ ) : (010)	67 58	67 52
(110) : (11 $\bar{1}$ )	38 25	38 16
(111) : (001)	52 48	53 9
(110) : (001)	88 47	88 50

Ebene der optischen Axen  $\perp$  {010}; eine Hauptschwingungsrichtung bildet  $9^\circ$  mit  $c$  im spitzen Winkel  $\beta$ .

Mit diesem Salze ist wahrscheinlich isomorph das entsprechende Phosphat, welches Lasne (Bull. soc. chim. (3), **27**, 131) dargestellt hat.

Ref.: P. Groth.

**8. H. Dufet** († in Paris): **Krystallographische Notizen 11. Reihe** (Ebenda 1903, **26**, 30—52).

Kaliumosmyloxalat  $(C_2O_4)_2(OsO_2)K_2 \cdot 2H_2O$ .

Dargestellt von Vèzes und Wintrebert (Bull. soc. chim. Par. 1902, **27**, 574).

Triklin.

$$a : b : c = 0,5004 : 1 : 1,0550.$$

$$\alpha = 93^\circ 29', \beta = 91^\circ 8', \gamma = 99^\circ 28\frac{1}{2}'.$$

Comb.: {001} {111} {1 $\bar{1}$ 1} {100} {010} {11 $\bar{1}$ } {13 $\bar{1}$ } {1 $\bar{3}$ 1}.

	Berechnet:	Beobachtet:
(001) : (100) =	88° 16'	88° 23'
(001) : (010)	86 17	85 52 approx.
(100) : (010)	80 26	80 28
(001) : (111)	—	*65 55
(00 $\bar{1}$ ) : (11 $\bar{1}$ )	—	*71 9
(001) : (1 $\bar{1}$ 1)	65 53	65 59
(111) : (010)	—	*57 36
(111) : (1 $\bar{1}$ 1)	—	*47 53
(111) : (100)	—	*32 35



	Berechnet:	Beobachtet:
$(1\bar{1}1):(100) =$	$35^{\circ}20'$	$35^{\circ}20'$
$(4\bar{3}\bar{1}):(00\bar{1})$	72 6	71 40 approx.
$(4\bar{3}\bar{1}):(0\bar{1}0)$	38 22	38 24
$(4\bar{3}\bar{1}):(100)$	65 3	64 52
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(1\bar{3}\bar{1})$	84 55	84 58

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Doppelbrechung +, sehr stark; die Axenebene bildet  $47^{\circ}$  mit der Kante  $[001, 111]$  und  $77^{\circ}$  mit  $[001, 010]$ ; eine Axe, mit schwacher Dispersion  $v < q$ ,  $\perp (001)$ , die andere im Winkel  $(010):(111)$ ; Axenwinkel, beobachtet durch  $(001)$ ,  $= 64^{\circ}50'$  (Na).

Durch  $(001)$  deutlicher Dichroismus; Schwingungen parallel der Axenebene grünlichgelb, senkrecht dazu gelbbraun.

Ammoniumosmyloxalat  $(C_2O_4)_2(OsO_2)(NH_4)_2 \cdot 2H_2O$ .

Dargestellt von Wintrebert, Ann. chim. phys. 1903 (7), 28, 74. Isomorph vorigem.

$$a:b:c = 0,4996:1:1,0451.$$

$$\alpha = 94^{\circ}39\frac{1}{2}', \beta = 91^{\circ}46', \gamma = 99^{\circ}36'.$$

Beob. Formen:  $\{001\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{1\bar{1}1\}$ ,  $\{1\bar{1}\bar{1}\}$ ,  $\{11\bar{3}\}$ ,  $\{1\bar{3}\bar{1}\}$ , selten  $\{011\}$  (?).

	Berechnet:	Beobachtet:
$(001):(010) =$	$84^{\circ}58'$	$85^{\circ}0'$
$(001):(100)$	87 $24\frac{1}{2}$	—
$(100):(010)$	80 13	—
$(001):(011)$	44 0	44 41 approx.
$(1\bar{1}1):(001)$	—	*65 29
$(1\bar{1}1):(00\bar{1})$	—	*65 36
$(111):(001)$	—	*64 42
$(1\bar{1}\bar{1}):(00\bar{1})$	72 $6\frac{1}{2}$	72 10
$(11\bar{3}):(00\bar{1})$	44 48	44 48
$(111):(010)$	—	*57 12
$(111):(1\bar{1}1)$	—	*47 29
$(1\bar{1}\bar{1}):(010)$	59 $44\frac{1}{2}$	59 44
$(1\bar{1}\bar{1}):(1\bar{1}\bar{1})$	49 18	49 19
$(1\bar{3}\bar{1}):(0\bar{1}0)$	38 8	38 6
$(111):(1\bar{1}\bar{1})$	71 $11\frac{1}{2}$	71 9
$(1\bar{1}\bar{1}):(11\bar{1})$	66 36	66 37
$(1\bar{3}\bar{1}):(00\bar{1})$	71 20	71 27
$(1\bar{3}\bar{1}):(1\bar{1}1)$	54 $55\frac{1}{2}$	54 56

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Doppelbrechung +; die Axenebene bildet mit der  $\perp (001)$  ca.  $10^{\circ}$ , ihre Trace auf  $(001)$   $30\frac{1}{2}^{\circ}$  mit der Kante  $[001, 111]$  und  $93\frac{1}{2}^{\circ}$  mit  $[001, 010]$ ; die Schwingungsrichtungen bilden mit der letzteren Kante  $62\frac{1}{2}^{\circ}$  im Winkel  $(111):(010)$  resp.  $27\frac{1}{2}^{\circ}$  im Winkel  $(111):(010)$ ; beide Axen liegen zwischen den Normalen zu  $(001)$  und  $(010)$ , eine unter  $11^{\circ}$  zur  $\perp (001)$ ; Axenwinkel, gemessen durch  $(001)$ ,  $54^{\circ}10'$  (Na),  $q < v$ .

Dichroismus durch  $(001)$  sehr stark, Schwingungen parallel der Axenebene hellgelb, senkrecht dazu blutrot; Dichroismus in der Richtung senkrecht zur Axenebene unmerklich.

Natriumosmyloxalat  $(C_2O_4)_2(OsO_2)Na_2 \cdot 2H_2O$ .

Dargestellt von Wintrebert l. c. 73.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,3034 : 1 : 0,9805; \beta = 104^\circ 48'.$$

Comb.:  $\{110\} \{201\} \{010\} \{100\} \{111\} \{1\bar{1}\bar{1}\} \{20\bar{1}\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(110) : (100) =$	—	*51° 34'
$(111) : (110)$	—	*35 48
$(11\bar{1}) : (110)$	—	*43 12
$(201) : (100)$	28° 47'	28 52
$(20\bar{1}) : (100)$	37 44½	37 39
$(1\bar{1}0) : (201)$	56 59½	57 2
$(201) : (111)$	36 57½	36 59
$(1\bar{1}0) : (20\bar{1})$	60 33½	60 32
$(20\bar{1}) : (11\bar{1})$	46 56½	46 59
$(111) : (100)$	53 20½	53 16
$(111) : (1\bar{1}\bar{1})$	56 48½	56 47
$(111) : (1\bar{1}1)$	68 20	68 20

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Eine Hauptschwingungsrichtung nahe  $\perp$  (201). Dichroismus durch (010) unmerklich, durch eine Ebene senkrecht dazu sehr deutlich: grünlichgelb und tief blutrot.

Baryumosmyloxalat  $(C_2O_4)_3(OsO_2)Ba_2 \cdot 6H_2O$ .

Dargestellt von Wintrebert l. c. 81.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,7653 : 1 : 1,3002; \beta = 107^\circ 49\frac{1}{2}'.$$

Gewöhnliche Combination:  $\{001\} \{110\}$ ; ziemlich selten noch:  $\{112\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{11\bar{1}\}$ ,  $\{011\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(110) : (1\bar{1}0) =$	—	*61° 22'
$(110) : (001)$	—	*81 16
$(111) : (001)$	—	*49 29
$(112) : (001)$	32° 44'	32 43
$(11\bar{1}) : (00\bar{1})$	61 18	61 22
$(011) : (001)$	51 8½	51 16 approx.
$(110) : (011)$	40 6	40 0
$(1\bar{1}0) : (011)$	54 56	54 52
$(112) : (1\bar{1}0)$	81 32½	81 30
$(111) : (011)$	22 41	22 42
$(011) : (111)$	26 25	26 25
$(111) : (1\bar{1}0)$	73 17	73 19

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Gelbbraune, im Innern trübe Krystalle.

Kaliumosmylchlorid  $Os_4.OsO_2.K_2$ .

Dargestellt von Wintrebert, Ann. chim. phys. 1903 (7), 28, 86.

Tetragonal.

$$a : c = 1 : 0,8840.$$

Dunkelrote, rasch an der Luft sich verändernde Bipyramiden  $\{111\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(111):(1\bar{1}1)$	$= 66^{\circ}56'$	$66^{\circ}57'$
$(111):(11\bar{1})$	—	$*77\ 30$

Spaltbar  $\{111\}$  vollkommen.

Ammoniumosmylchlorid  $Cl_4.OsO_2(NH_4)_2$ .

Dargestellt von Demselben l. c. 92. Isomorph mit dem vorigen.

$$a:c = 1:0,9074.$$

Bipyramiden, ähnlich den vorigen, mit meist kleinen Flächen  $\{100\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(111):(1\bar{1}1)$	—	$*67^{\circ}48'$
$(111):(11\bar{1})$	$75^{\circ}54'$	$75\ 54$

Spaltb.  $\{111\}$  etwas weniger vollkommen als voriges.

Kaliumosmylchloriddihydrat  $Cl_4(OsO_2)K_2.2H_2O$ .

Dargestellt von Demselben l. c. 90.

Triklin.  $a:b:c = 0,5882:1:1,1795$ .

$$\alpha = 89^{\circ}58', \quad \beta = 90^{\circ}8', \quad \gamma = 90^{\circ}42'.$$

Pseudohexagonale Tafeln  $\{001\}$  mit den Randflächen  $\{111\}$ ,  $\{11\bar{1}\}$ ,  $\{1\bar{1}1\}$ ,  $\{1\bar{1}\bar{1}\}$  (fehlt oft),  $\{010\}$ , selten und klein  $\{021\}$  und  $\{02\bar{1}\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(001):(100)$	$= 89^{\circ}52'$	—
$(100):(010)$	$89\ 48$	—
$(001):(010)$	—	$*90^{\circ}\ 2'$
$(021):(001)$	—	$*67\ 0$
$(021):(001)$	$67\ 4$	$67\ 3$
$(111):(001)$	—	$*66\ 46$
$(11\bar{1}):(001)$	—	$*66\ 56$
$(1\bar{1}1):(001)$	$66\ 31$	—
$(1\bar{1}\bar{1}):(001)$	$66\ 44\frac{1}{2}$	$66\ 46$
$(11\bar{1}):(010)$	—	$*61\ 43$
$(11\bar{1}):(11\bar{1})$	$55\ 34$	$55\ 30$
$(111):(010)$	$64\ 47$	—
$(1\bar{1}1):(010)$	$62\ 44$	$62\ 42$

Dünntafelige Krystalle nach  $\{001\}$  zeigen keine Axenbilder; eine Schwingungsrichtung liegt im Winkel der Kanten mit  $(1\bar{1}0)$  und  $(010)$ , bildet mit ihnen  $56^{\circ}$  resp.  $64^{\circ}$  (Farbe dunkelbraun), die andere im Winkel von  $(110)$  und  $(010)$  unter  $95^{\circ}$  resp.  $26^{\circ}$  (Farbe gelb).

Kaliumosmylbrömidihydrat  $Br_4(OsO_2)K_2.2H_2O$ .

Dargestellt von Demselben l. c. 93.

Krystalle von ähnlichem Habitus wie das vorige Salz und als damit isomorph zu betrachten.

$$a:b:c = 0,6015:1:1,2664.$$

$$\alpha = 91^{\circ}8\frac{1}{2}', \quad \beta = 90^{\circ}35', \quad \gamma = 91^{\circ}2\frac{1}{2}'.$$

Comb.:  $\{001\}$   $\{2\bar{2}\bar{1}\}$   $\{22\bar{1}\}$   $\{223\}$   $\{011\}$   $\{010\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(001):(010) = 88^{\circ} 54'$		$88^{\circ} 42'$
$(001):(100) \quad 89 \quad 23\frac{1}{2}$		—
$(100):(010) \quad 88 \quad 57$		—
$(011):(001) \quad —$		$*51 \quad 0$
$(2\bar{2}1):(00\bar{1}) \quad —$		$*78 \quad 20$
$(2\bar{2}1):(00\bar{1}) \quad —$		$*79 \quad 39$
$(223):(001) \quad 58 \quad 0$		$58 \quad 3$
$(2\bar{2}1):(2\bar{2}1) \quad —$		$60 \quad 48$
$(2\bar{2}1):(010) \quad —$		$60 \quad 10$
$(22\bar{1}):(011) \quad 73 \quad 6$		$73 \quad 9$
$(2\bar{2}1):(0\bar{1}1) \quad 59 \quad 17$		$59 \quad 18$

Schwingungsrichtungen in  $(001)$ , ebenso, wie beim vorigen, nur der Pleochroismus umgekehrt (gelb und dunkelbraun); Absorption sehr stark.

Kaliumosmyloxynitrit-Trihydrat  $(NO_2)_2OsO_3K_2 \cdot 3H_2O$ .

Dargestellt von Wintrebert, Ann. chim. phys. 1903 (7), 28, 403.

Monoklin prismatisch.

$$a:b:c = 1,0923:1:0,4344; \beta = 100^{\circ} 51\frac{1}{2}'.$$

Lange schwarze glänzende Prismen:  $\{100\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{210\}$  mit den Endflächen  $\{111\}$  und  $\{1\bar{1}\bar{1}\}$  (vom Verf. mit  $\{112\}$  und  $\{11\bar{2}\}$  bezeichnet); die Prismenflächen sind gestreift.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(110):(010) = 42^{\circ} 59\frac{1}{2}'$		$43^{\circ} 0'$
$(210):(100) \quad 28 \quad 42\frac{1}{2}$		$28 \quad 9$
$(111):(100) \quad 61 \quad 19$		$61 \quad 19$
$(111):(\bar{1}\bar{1}1) \quad —$		$*39 \quad 44$
$(111):(\bar{1}\bar{1}1) \quad 40 \quad 54$		$40 \quad 56$
$(11\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}1) \quad 46 \quad 1$		$46 \quad 1$
$(111):(110) \quad —$		$*54 \quad 24$
$(11\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}0) \quad —$		$*65 \quad 23$
$(111):(210) \quad 53 \quad 58\frac{1}{2}$		$53 \quad 52$
$(11\bar{1}):(\bar{2}10) \quad 69 \quad 17\frac{1}{2}$		$69 \quad 16$
$(110):(\bar{1}\bar{1}1) \quad 81 \quad 4$		$81 \quad 9$

Häufig Zwillinge nach  $(100)$ , zum Teil mit wiederholter Zwillingsbildung.

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Doppelbrechung sehr stark. Nur sehr dünne Lamellen nach  $\{100\}$  ließen bei horizontaler Schwingungsrichtung Braunviolet, bei verticaler Olivengrün durch; durch Lamellen nach  $\{110\}$  je ein Axenbild in der Mitte des Gesichtsfeldes.

Methylammoniumchloroosmiat  $OsCl_6(NH_3 \cdot CH_3)_2$ .

Dargestellt von Wintrebert, Ann. chim. phys. 1903 (7), 28, 422.

Trigonal<sup>1)</sup>.  $a:c = 1:1,5649$ .

Comb.:  $\{111\}$   $\{11\bar{1}\}$   $\{100\}$ , einem nach  $\{111\}$  tafelförmigen regulären Oktaëder mit untergeordneten und oft unvollkommenen Würfelflächen ähnlich.

1) Pseudokubisch und vollkommen isomorph mit dem Methylammoniumchloroplatinat (s. diese Zeitschr. 36, 324, Fig. 6).

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(010) = 98^{\circ} 32'$	—	—
$(111):(111)$	—	$*74^{\circ} 32'$
$(100):(111)$	61 2	61 2
$(111):(111)$	66 50	66 50

Spaltbarkeit nach  $\{111\}$  vollkommen.

Farbe tief himbeerrot. Doppelbrechung negativ, sehr stark.

Äthylammoniumchloroosmiat  $OsCl_6(NH_3.C_2H_5)_2$ .

Dargestellt von Wintrebert, Ann. chim. phys. 1903 (7), 28, 122.

Trigonal<sup>1)</sup>.  $a:c = 1:4,1964$ .

Beobachtete Formen:  $\{100\}$ ,  $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ , untergeordnet  $\{100\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(111) =$	—	$*54^{\circ} 6'$
$(100):(11\bar{2})$	$66^{\circ} 6\frac{1}{2}'$	66 6
$(100):(010)$	89 6	88 56 approx.

Spaltb.  $\{111\}$  vollkommen.

Farbe himbeerrot (e hellrosa, o dunkelrot); Doppelbr. —, sehr stark.

Kaliumnitrosochloroosmiat  $Os(NO)Cl_5K_2$ .

Isomorph mit dem entsprechenden Rutheniate (s. diese Zeitschr. 22, 590).

Rhombisch.  $a:b:c = 0,9640:1:1,5123$ .

Comb.:  $\{011\}$   $\{101\}$   $\{001\}$   $\{100\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(101):(10\bar{1}) =$	—	$*65^{\circ} 2'$
$(011):(01\bar{1})$	—	$*66 57$
$(101):(011)$	$72^{\circ} 45'$	72 43

Spaltb.  $\{100\}$  deutlich.

Farbe fast schwarz, in sehr dünnen Schichten dunkelrot.

Kaliumnitrosobromoosmiat  $Os(NO)Br_5K_2$ .

Dargestellt von Demselben l. c. 132. Isomorph mit vorigem.

$a:b:c = 0,9697:1:1,5042$ .

Die glänzenden schwarzen Krystalle haben nahezu die Gestalt eines Kubooktaeders, dessen Würfelflächen  $\{110\}$  und  $\{001\}$ , dessen Oktaederflächen  $\{101\}$  und  $\{011\}$  entsprechen; untergeordnet erscheint  $\{100\}$  (einem Flächenpaare des Rhombendodekaeders entsprechend).

	Berechnet:	Beobachtet:
$(101):(10\bar{1}) =$	—	$*65^{\circ} 37'$
$(011):(01\bar{1})$	—	$*67 14$
$(110):(1\bar{1}0)$	$88^{\circ} 14'$	88 11
$(101):(011)$	$72 32\frac{1}{2}$	72 32
$(101):(110)$	$52 53\frac{1}{2}$	52 53

Spaltb.  $\{100\}$  unvollkommen.

<sup>1)</sup> Vollkommen isomorph mit Äthylammoniumchloroplatinat (s. diese Zeitschr. 36, 335).



Kaliumsilberplatooxalonitrit  $C_2O_4(NO_2)_2PtKAg.H_2O$ .

Dargestellt von Vèzes, Bull. soc. chim. Par. 1902, 27, 933.

Monoklin.  $a:b = 0,4410:1$ ;  $\beta = 92^\circ 8'$ .

Dünne Nadeln  $\{110\}$   $\{010\}$  ohne Endflächen, vollkommen spaltbar nach  $\{001\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(110):(010) =$	—	$*66^\circ 13'$
$(110):(001) =$	—	$*88 \quad 3$

Farbe gelb, mit metallischem Reflex. Auslöschung auf  $(010)$  unter  $6^\circ$  zu  $c$ ; Axenebene  $\perp (010)$ ; Axenwinkel in Bromnaphtalin  $96^\circ 22'$ .

Natriumplatooxalonitrit-Monohydrat  $C_2O_4(NO_2)_2PtNa.H_2O$ .

Dargestellt von Vèzes, Bull. soc. chim. Par. 1903 (3), 29, 84.

Triklin.  $a:b:c = 0,6845:1:0,9407$ .

$\alpha = 89^\circ 48\frac{3}{4}'$ ,  $\beta = 90^\circ 44\frac{3}{4}'$ ,  $\gamma = 97^\circ 6\frac{1}{3}'$ .

$(001):(010) = 90^\circ 6\frac{1}{4}'$ ,  $(001):(100) = 89^\circ 19\frac{1}{3}'$ ,  $(100):(010) = 82^\circ 53\frac{3}{4}'$ .

Gelbe Krystalle mit den Formen  $\{001\}$ ,  $\{10\bar{1}\}$ ,  $\{011\}$ , oder dieselben mit  $\{301\}$  und  $\{03\bar{1}\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(001):(301) =$	—	$*75^\circ 53'$
$(301):(10\bar{1}) =$	—	$*49 \quad 23$
$(001):(011) =$	—	$*43 \quad 34$
$(011):(03\bar{1}) =$	—	$*65 \quad 57$
$(101):(011) =$	$69^\circ 34'$	$69 \quad 33$
$(011):(301) =$	$74 \quad 58$	$74 \quad 53$
$(10\bar{1}):(03\bar{1}) =$	—	$*73 \quad 17$
$(301):(03\bar{1}) =$	$94 \quad 49$	$94 \quad 48$

Spaltb.  $\{301\}$  vollkommen.

Ref.: P. Groth.

9. H. Dufet (in Paris): Beschreibung eines Eisenglanzkrystalles (Bull. soc. fr. min. 1903, 26, 60—63).

Der aus reinem, titanfreiem Eisenoxyd bestehende Krystall stammt von Antonio Pereira, Prov. Minas Geraës in Brasilien, und bildet einen Zwillling mit der Zwilling- und Verwachsungsebene  $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ ; die vorherrschenden Formen sind  $\{111\}$ ,  $\{31\bar{1}\}$  und  $\{11\bar{1}\}$ , ferner treten auf:  $\{10\bar{1}\}$ ,  $\{20\bar{1}\}$  als Zuschärfung der Polkanten der Bipyramide  $\{31\bar{1}\}$ , das bisher nur unsichere (von Scacchi am Vesuv beob.) Skalenoëder  $\{71\bar{1}\}$ , endlich die neue Form  $\{32\bar{1}\}$ . Die Messungen dieser Formen, verglichen mit den aus Kokscharows Axenverhältnis (entsprechend:  $(100):(010) = 86^\circ 0'$ ), ergaben:

	Berechnet:	Beobachtet:
$(71\bar{1}):(111) =$	$58^\circ 23'$	$58^\circ 22'$
$(32\bar{1}):(11\bar{1}) =$	$54 \quad 52$	$54 \quad 52$
$(71\bar{1}):(31\bar{1}) =$	$44 \quad 44$	$44 \quad 44$
$(32\bar{1}):(31\bar{1}) =$	$22 \quad 39$	$22 \quad 37$

Ein zweiter Krystall zeigte noch kleine Flächen von  $\{100\}$ ,  $\{61\bar{1}\}$ ,  $\{15.4.\bar{1}\}$  und  $\{92\bar{2}\}$ , die letzten beiden neu.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(15.4.\bar{4}) : (31\bar{1})$	$= 4^0 41'$	$4^0 42'$
$(92\bar{2}) : (31\bar{1})$	$7\ 46\frac{1}{2}$	$7\ 47$
$(92\bar{2}) : (100)$	$48\ 13$	$48\ 14$
$(61\bar{1}) : (31\bar{1})$	$42\ 18$	$42\ 7$
$(71\bar{1}) : (100)$	$44\ 48\frac{1}{2}$	$44\ 49$

Ref.: P. Groth.

### 10. Derselbe: Krystallform und optische Eigenschaften des Baryumbromides (Bull. soc. fr. min. 1903, 26, 65—80).

Das zuerst von Werther als monoklin erkannte Salz  $BaBr_2 \cdot 2H_2O$  wurde später von Mügge (s. diese Zeitschr. 19, 497) untersucht und Werthers Angaben bestätigt; außer der Stellung der Krystalle, welche Mügge adoptierte, erörterte er noch eine zweite Aufstellung, bei welcher der Axenwinkel  $\beta$  sehr nahe  $= 90^0$  wird und sich eine gewisse Ähnlichkeit der Elemente mit denen des Salzes  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$  zeigt. Diese zweite Stellung nimmt nun der Verf. an, nur mit dem Unterschiede, daß er die Axe  $a$  zweimal so groß setzt, und findet aus seinen Messungen:

$$a:b:c = 2,6589 : 1 : 1,1653; \beta = 89^0 56\frac{1}{2}'.$$

Auf diese Elemente bezogen erhalten die bisher beobachteten Formen folgende Symbole, unter welchen diejenigen nach den Elementen Mügges gesetzt sind <sup>1)</sup>:

Dufet:	$\{\bar{1}00\}$	$\{210\}$	$\{\bar{1}01\}$	$\{101\}$	$\{301\}$	$\{31\bar{1}\}$	$\{111\}$	$\{012\}$
Mügge:	$\{100\}$	$\{\bar{1}10\}$	$\{001\}$	$\{10\bar{1}\}$	$\{20\bar{1}\}$	$\{111\}$	$\{11\bar{1}\}$	$\{11\bar{2}\}$

Außerdem beobachtete der Verf.  $\{11\bar{1}\}$  und  $\{511\}$  und weist nach, daß die von Mügge berechneten Elemente der zweiten Stellung infolge ungünstiger Wahl der Fundamentalwinkel ungenau sind, während die von Mügge gemessenen Winkel sehr gut mit denen des Verfs. übereinstimmen. Von letzteren seien hier die Fundamentalwinkel und diejenigen der neuen Form wiedergegeben.

	Berechnet:	Dufet:	Mügge:
$(210) : (\bar{2}10) =$	—	$*73^0 54'$	$73^0 54\frac{1}{2}'$
$(301) : (100)$	—	$*37\ 14$	$37\ 18$
$(\bar{1}01) : (\bar{1}00)$	—	$*66\ 23$	$66\ 27$
$(511) : (100)$	$34^0 56'$	$35\ 0\frac{1}{2}$	—
$(\bar{1}11) : (\bar{1}00)$	$74\ 6$	$74\ 13$	appr. —
$(511) : (210)$	$32\ 48$	$32\ 50$	—
$(511) : (310)$	$28\ 38$	$28\ 34\frac{1}{2}$	—

Zwillinge nach  $\{100\}$  und  $\{10\bar{1}\}$ .

Doppelbr. +, Axenebene  $(010)$ , erste Mittellinie nahe senkrecht zu  $(100)$ . Eine Platte  $\parallel (100)$  ergab bei der Beobachtung der Axen und der Totalreflexion in mit Schwefel gesättigtem Methylenjodid ( $n = 1,7804$ ), daß der wahre Axenwinkel  $= 83^0 49'$  ist und die erste Mittellinie mit der Verticalaxe  $89^0 35'$  im stumpfen Winkel  $\beta$  bildet (für  $N_a$ ); durch Messung der Dispersion, welche für

<sup>1)</sup> Wie ersichtlich, sind die Symbole der Müggesehen Stellung einfacher, und da das Salz mit dem Chlorid nicht isomorph ist, so dürfte sie derjenigen des Verfs. vorzuziehen sein.

D. Ref.

beide Axen sehr verschieden groß ist, wurden die Werte für andere Farben bestimmt, die Brechungsindices endlich mittels dreier Prismen. Die Resultate sind folgende.

Winkel der ersten Mittellinie mit  $c$  im stumpfen Winkel  $\beta$ .

	$Li: 89^{\circ} 37'$	$Na: 89^{\circ} 35'$	$Tl: 89^{\circ} 33\frac{1}{2}'$
$2V =$	$83 \ 29\frac{2}{3}$	$83 \ 49$	$84 \ 7\frac{2}{3}$
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
$Li$	1,7056	1,7194	1,7371
$C$	1,7067	1,7205	1,7382
$D$	1,7129	1,7266	1,7441
$Tl$	1,7197	1,7334	1,7507
$F$	1,7282	1,7418	1,7588

Ref.: P. Groth.

**11. A. de Schulten** (in Paris): Darstellung der krystallisierten wasserfreien Jodate von Baryum und Strontium (Bull. soc. franç. min. 1903, 26, 107—113).

Nach derselben Methode, wie Calciumjodat (s. diese Zeitschr. 32, 640), erhält man auch die Jodate von Strontium und Baryum; die Löslichkeit in 100 Mol. geschmolzenem Natriumnitrat ist:

$(JO_3)_2Ca$ : 6,5 Mol.,  $(JO_3)_2Sr$ : 11,7 Mol.,  $(JO_3)_2Ba$ : 16,8 Mol.

Baryumjodat  $(JO_3)_2Ba$ .

Spec. Gew. 4,998 bei  $45^{\circ}$ .

Monoklin.  $a:b:c = 1,0833:1:1,2403$ ;  $\beta = 94^{\circ} 6'$ .

Kleine Prismen  $\{110\}$  mit den Endflächen  $\{011\}$  und  $\{101\}$ , selten  $\{010\}$  und  $\{100\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(110):(1\bar{1}0) =$	—	* $94^{\circ} 26'$
$(011):(0\bar{1}1)$	—	* $102 \ 6$
$(011):(101)$	—	* $64 \ 23$
$(011):(110)$	$53^{\circ} \ 3'$	$53 \ 15$
$(011):(1\bar{1}0)$	$57 \ 15$	$57 \ 5$
$(101):(110)$	$58 \ 22$	$58 \ 32$

Das Salz zeigt eine auffallende kristallographische Ähnlichkeit mit  $(JO_3)_2Ba.H_2O$ .

Strontiumjodat  $(JO_3)_2Sr$ .

Spec. Gew. 5,045 bei  $45^{\circ}$ .

Triklin pinakoidal.  $a:b:c = 0,9697:1:0,5346$ .

$\alpha = 92^{\circ} 23'$ ,  $\beta = 95^{\circ} 18'$ ,  $\gamma = 93^{\circ} 37'$ .

Comb.:  $\{100\} \{010\} \{2\bar{1}0\} \{101\} \{10\bar{1}\} \{1\bar{1}1\} \{1\bar{1}\bar{1}\} \{11\bar{1}\} \{111\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(101):(100) =$	—	* $58^{\circ} 48'$
$(101):(010)$	—	* $83 \ 37$
$(101):(1\bar{1}1)$	$25^{\circ} 28'$	$25 \ 24$
$(101):(2\bar{1}0)$	$64 \ 24$	$64 \ 13$
$(2\bar{1}0):(100)$	—	* $26 \ 27$

	Berechnet:	Beobachtet:
$(2\bar{1}0):(0\bar{1}0) =$	—	$*66^{\circ}19'$
$(1\bar{1}1):(0\bar{1}0) =$	—	$*70\ 55$
$(1\bar{1}1):(100)$	$61^{\circ}24'$	$61\ 40$
$(1\bar{1}1):(2\bar{1}0)$	$54\ 43$	$54\ 20$
$(1\bar{1}1):(\bar{1}01)$	$61\ 43$	$61\ 39$
$(101):(111)$	$26\ 28$	$25\ 52$
$(1\bar{1}1):(100)$	$64\ 55$	$64\ 57$
$(101):(111)$	$24\ 46$	$24\ 48$
$(101):(\bar{1}11)$	$58\ 44$	$58\ 57$
$(1\bar{1}1):(2\bar{1}0)$	$56\ 52$	$56\ 50$
$(1\bar{1}1):(0\bar{1}0)$	$61\ 43$	$61\ 0$
$(100):(001)$	$86\ 7$	—
$(001):(010)$	$84\ 2$	—

Auf  $(100)$  Auslöschung nahe  $\parallel c$ , auf  $(010)$  unter  $22^{\circ}$  im stumpfen Winkel  $[101, 400]$ . Axenebene nahe  $\parallel (010)$ .

Ref.: P. Groth.

**12. A. de Schulten** (in Paris): **Darstellung des krystallisierten Mercurosulphates** (Bull. soc. fr. min. 1903, 26, 413—416).

Eine Lösung von 5 g krystallisiertem Mercuronitrat in 250 cm<sup>3</sup> Salpetersäure ( $d = 1,2$ ) und 750 cm<sup>3</sup> Wasser, vermischt mit 100 cm<sup>3</sup> Schwefelsäure ( $d = 1,2$ ), lieferte beim ruhigen Stehen in einem offenen Krystallisiergefäße nach einigen Wochen meßbare Krystalle von  $SO_4Hg_2$ . Spec. Gew. 7,121 bei  $15^{\circ}$ .

Monoklin.  $a:b:c = 0,9002:1:1,4086$ ;  $\beta = 91^{\circ}45'$ .

Combination:  $\{001\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{101\}$ ,  $\{10\bar{1}\}$ ,  $\{011\}$ ; stets Zwillinge nach  $\{001\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(001):(011) =$	—	$*54^{\circ}37'$
$(001):(\bar{1}01)$	—	$*58\ 40$
$(101):(100)$	—	$*33\ 5$
$(101):(001)$	$56^{\circ}41'$	$55^{\circ}0' - 55^{\circ}24'$
$(110):(100)$	$41\ 59$	$43\ 8 - 43\ 35$

Ähnliche große Differenzen fand auch Seyfriedsberger (diese Zeitschr. 17, 433), welcher die Krystalle für rhombisch hielt und außerdem die Formen  $\{203\}$ ,  $\{120\}$ ,  $\{230\}$ ,  $\{111\}$  und  $\{11\bar{1}\}$  beobachtete; daher stimmen auch die vom Verf. berechneten Werte nur angenähert mit dessen Beobachtungen (die Axe  $b$  Seyfriedsbergers entspricht der  $c$ -Axe des Verfs.). Spaltbar nach  $\{010\}$ ; (Seyfriedsberger giebt an  $\{110\}$ ).

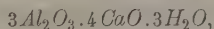
Doppelbrechung +; Ebene der optischen Axen  $\perp (010)$ ; erste Mittellinie bildet mit  $c\ 14^{\circ}$  im stumpfen Winkel  $\beta$ ; durch  $\{001\}$  beide Axen sichtbar; Dispersion  $\varrho < \nu$ .

Ref.: P. Groth.

**13. G. Friedel** (in St. Etienne): **Über ein Calciumaluminat** (Ebenda 1903, 26, 124—126).

Wenn man 6 g reines Calciumoxyd mit einer Lösung von 3 g  $AlCl_3$  in 40—50 cm<sup>3</sup> Wasser 12 Stunden lang in einem mit Platin gefütterten Stahlrohre auf  $500^{\circ}$  erhitzt, so bildet sich neben dem früher beschriebenen (siehe diese Zeitschr. 31, 72) Chloroaluminat in ungefähr äquivalenter Menge ein dichteres

und daher durch schwere Flüssigkeiten leicht zu trennendes Salz von der Zusammensetzung:



welches den Wassergehalt erst bei Rotglut, unter Zerstörung der Krystalle, verliert. Diese sind rhombisch,  $a : b : c = 0,5476 : 1 : 0,7463$ , und haben die Form dünner Tafeln nach  $\{010\}$ , begrenzt von  $\{101\}$ , untergeordnet  $\{100\}$ ,  $\{121\}$  und zuweilen sehr schmalen Flächen von  $\{212\}$ ,  $\{232\}$  und  $\{131\}$ . Zwölf dieser Täfelchen verwachsen nun derart mit einander, daß die  $c$ -Axe von je vier Krystallen (deren zwei parallel sind) senkrecht zu einer Würfelfläche und die  $a$ -Axen parallel deren Diagonalen sind; die zwölf nach außen gekehrten Flächen  $\{100\}$  haben die Stellung der Flächen des Rhombendodekaëders, und die Zonen  $[101]$  von je drei Krystallen fallen mit der Normale je einer Oktaëderfläche zusammen. Dadurch haben die Flächen  $\{101\}$  dreier Krystalle nahezu die Stellung dreier einem Oktanten angehöriger Flächen des Ikositetraëders  $\{211\}$ , bilden aber einspringende Winkel mit einander, während die Flächen  $\{121\}$ ,  $\{232\}$  und  $\{212\}$  solchen der Hexakisoktaëder  $\{321\}$ ,  $\{541\}$  und  $\{432\}$  und die Flächen  $\{131\}$  wieder solchen von  $\{211\}$  entsprechen.

Diese Beziehung geht aus den folgenden beobachteten Winkeln der Einzelkrystalle hervor:

$$\begin{array}{l} (101) : (10\bar{1}) = *109^{\circ}35' \\ (121) : (101) \quad *50 \quad 39 \end{array}$$

Doppelbr. —, ziemlich stark; Axenebene  $(001)$ , erste Mittellinie  $a$ , Axenwinkel sehr klein.

Ref.: P. Groth.

**14. A. Lacroix** (in Paris): **Beobachtungen über die Krystallisation erhitzten Zinks in den Brandruinen von Saint-Pierre, Martinique** (Bull. soc. fr. min. 1903, 26, 484—488).

In einer der Brandruinen fand sich eine Tonne mit 3 cm langen Zinknägeln, wie sie zum Bootsbau verwendet werden. Die in der Mitte derselben befindlichen Nägel, welche nach dem wenig deformierten Zustande des beigeemengten Schrotens nur auf eine den Schmelzpunkt des Bleis ( $325^{\circ}$  C.) wenig überschreitende Temperatur erhitzt worden sind, waren im Inneren faserig-blattrig geworden, die Faserichtung senkrecht zu zwei Seiten des Schaftes. Dagegen hatten die weiter außen befindlichen Nägel, welche stärker erhitzt worden waren, sich in einen einzigen Krystall umgewandelt, da die vollkommene basische Spaltbarkeit sich durchweg in der gleichen Orientierung hervorbringen ließ; wurde der Bruch durch eine langsame Biegung eingeleitet, so entstand auf der glänzenden Bruchfläche das den Gleitflächen entsprechende Streifensystem. Unter den äußeren Nägeln befinden sich viele, welche mit  $ZnO$  bedeckt und im Inneren hohl waren; diese sind offenbar über den Schmelzpunkt des Zinks ( $433^{\circ}$  C.) erhitzt worden, wobei das flüssige Metall aus dem Inneren auslief, während die äußere Hülle durch das Zinkoxyd geschützt wurde. Dieses Auslaufen, welches wohl mit der Contraction des Zinks beim Schmelzen zusammenhängt, konnte an den noch compacten Nägeln ebenfalls bewirkt werden, wenn man die Spitze abspaltete und sie dann über  $433^{\circ}$  erhitze.

Ref.: P. Groth.

**15. G. Tschernik** in St. Petersburg: **Notiz über eine besondere Varietät des Ytirogranats** (Verh. kais. russ. min. Ges. 1903, 41, 1—14).

Diese Varietät ist durch den gleichzeitigen Gehalt an  $Nb$ - und  $Ta$ -Saure



ausgezeichnet. Die Granatkrystalle sitzen in einem Albitgeschiebe, welches unweit der Festung Iwangorod (Gouvernement Lublin, aufgefunden wurde. Eine Analyse dieses Albits ergab:  $\text{SiO}_2$  68,36,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  19,81,  $\text{CaO}$  0,22,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,03,  $\text{MnO}$  Spur,  $\text{MgO}$  0,29,  $\text{K}_2\text{O}$  1,76,  $\text{Na}_2\text{O}$  9,24; Summe 99,68.

Der Granat bildet kleine regelmäßig ausgebildete  $\{101\}$ , bis 2 mm; spec. Gew. 4,525. Die Analyse dieses Granats ergab:  $\text{SiO}_2$  30,82,  $\text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{Ta}_2\text{O}_5$  2,97,  $\text{SnO}_2$  0,09,  $\text{Y}_2\text{O}_3$  5,26,  $\text{Er}_2\text{O}_3$  0,52,  $\text{Ce}_2\text{O}_3$  0,53,  $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{Di}_2\text{O}_3$  0,14,  $\text{FeO}$  15,26,  $\text{MnO}$  14,18,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  28,61,  $\text{CaO}$  0,12,  $\text{MgO}$  Spur, Glühverl. 0,43; Summe 98,93. Am Schlusse sind einige andere Analysen angegeben, welche der vom Verf. untersuchten Substanz nahe stehen.

Ref.: V. Worobieff.

**16. J. Samojloff** (in Nowo-Alexandria): **Über die Beziehung zwischen Spaltbarkeit und Habitus der Krystalle** Verh. kais. russ. min. Ges. 1903, 41, 17—30, m. deutsch. Resumé).

Abgesehen von verschiedenen äußeren Ursachen, die den Habitus der Krystalle bedingen, kann man vermuten, daß die Tendenz zur Bildung eines bestimmten Habitus von der Cohäsion der Teilchen der krystallinischen Materie, von ihrer Spaltbarkeit, abhängig ist.

Die Krystalle wachsen vorwiegend parallel der Spaltungsrichtung. Wenn die Spaltungsfläche parallel einem Pinakoid geht, so wachsen vorwiegend die Krystalle entweder in der Richtung beider Coordinatenachsen, denen das Spaltungs-pinakoid parallel ist (tafelartiger Habitus), oder in der Richtung nur einer von diesen Coordinatenachsen (prismatischer Habitus).

Wenn die Spaltung den Flächen einer prismatischen (domatischen) Form parallel geht, so sind vorherrschend diejenigen Formen entwickelt, die sich in der Zone dieses Prismas befinden; es bilden sich säulenförmige oder tafelförmige Krystalle, die der Zonenaxe des Spaltungsprismas parallel sind. Die Beziehung zwischen Spaltbarkeit und Habitus wurde an Mineralien betrachtet, die eine sehr vollkommene Spaltbarkeit besitzen.

Auf den beigegeführten Tabellen ist in der ersten Colonne die Spaltungsrichtung angeführt, die mit den Buchstaben  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $c\{001\}$  und  $m\{110\}$  bezeichnet wird. An den Krystallen mit tafelfartigem Habitus — zweite Colonne — werden die Flächen, denen die Tafeln parallel sind, mit denselben Buchstaben  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $m$  bezeichnet. In der dritten Colonne ist die Ausdehnungsrichtung des säulenförmigen Krystalles durch die Benennung der entsprechenden Axe  $x$ ,  $y$ ,  $z$  bezeichnet.

In jeder Tabelle sind diejenigen Mineralien angeführt, welche keinen bestimmten Habitus besitzen oder der angegebenen These widersprechen (was auch zu erwarten war); die Zahl derselben beträgt ungefähr 50/6.

Unter den Mineralien des hexagonalen Systems erscheinen als Ausnahmen:

- 1) Parisit bildet pyramidale Krystalle, obgleich er die Spaltbarkeit nach  $c$  besitzt;
- 2) Katapleit, tafelförmig nach  $c$ , Spaltbarkeit nach  $m\{10\bar{1}0\}$ .

Unter den Mineralien des rhombischen Systems: Krennerit und Jamesonit, prismatisch nach  $z$ , obgleich Spaltbarkeit nach  $c$ . Ebenso Topas, sehr vollkommene Spaltbarkeit nach  $c$  und doch immer prismatisch nach  $z$ . Für das monokline System bildet eine Ausnahme Malachit, Spaltbarkeit nach  $c$  und prismatische Krystalle nach  $z$ . Für das triklone System Römerit, Spaltbarkeit nach  $b$  und doch tafelfartige Krystalle nach  $c$ .

Ref.: V. Worobieff.

17. G. Tschernik (in St. Petersburg): Über die Natur und die chemische Zusammensetzung eines neuen dem Ansilit ähnlichen Minerals (Verh. kais. russ. min. Ges. 1903, 41, 43—55).

Das neue Mineral wurde in einem Geschiebe aus West-Rußland (das Gestein besteht aus hellem fleischrotem Feldspat, Quarz und Muscovit, eingewachsen gefunden. Die Krystalle bilden kleine Oktaëder 0,5—1,5 mm, mit stark gewölbten Flächen. Sie gehören zwei stark abweichenden Kategorien an: dunkelbraune Krystalle und bräunlichgelbe Krystalle mit mehr gewölbten Flächen.

Im ganzen wurden 23 braune und 12 gelbe Krystalle erhalten. Sie haben einen starken Glasglanz, Härte 4—5 (dunkle härter, als helle; spec. Gew.: dunkle Krystalle 4,298, helle 3,962; die beiden Varietäten sind in Salzsäure sehr leicht löslich.

Die chemischen Analysen ergaben:

	Dunkle Varietät:	Gelbe Varietät:
$Ce_2O_3$	44,58	35,64
$La_2O_3$	2,85	6,47
$Pr_2O_3$	}	7,74
$Nd_2O_3$		
$Y_2O_3$	Spur	Spur
$FeO$	5,36	—
$BaO$	Spur	Spur
$CaO$	43,04	42,83
$CO_2$	23,78	23,70
$H_2O$	6,97	6,94
$MnO$	—	5,55
Unlös. Rest	—	0,22
Summe	99,12	99,06

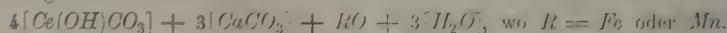
Also stehen die beiden Mineralien einander sehr nahe, und zwar ist das Verhältnis:

$CO_2 : Ce_2O_3 : La, Pr, Nd$  usw. :  $CaO : FeO : H_2O$  dunkelbraune Krystalle,

$CO_2 : Ce_2O_3 : La, Pr, Nd$  usw. :  $CaO : MnO : H_2O$  gelbe Krystalle

7 : 2 : 3 : 4 : 5

und die chemische Zusammensetzung der beiden Mineralien kann in folgender Art ausgedrückt werden:



Eine Zusammenstellung aller dieser Werte mit den Analysen von anderen ähnlichen Mineralien zeigt, daß diese Mineralien teilweise dem Ansilit, teilweise aber dem typischen Parisit entsprechen. Von dem ersten Mineral unterscheiden sie sich durch die Abwesenheit von  $SrO$  und  $ThO_2$ , vom zweiten durch den Mangel an  $F$ . Wir können aber annehmen, daß  $Sr$  durch  $Ca$  vertreten ist, was für  $Mn$  und  $Fe$  schon lange bekannt ist. Dann können wir die dunkle Varietät des Minerals als Eisen-Kalk-Ansilit, die gelbe als Mangan-Ansilit betrachten.

Ref.: V. Worobieff.

18. G. Tschernik (in St. Petersburg): Über die Natur und die chemische Zusammensetzung eines im Kaukasus gefundenen Monazitsandes (Ebenda 115—165).

Vor mehr als zehn Jahren wurden vom Ingenieur N. B. Passek viele Proben

der Schliche aus den Seifen des Batumer Gouvernements mitgebracht, deren Untersuchungen vom Verf. und F. B. Wilm in diesen Proben kleine Mengen von Gold und Palladium gezeigt haben, sowie Rhodiumgold und Porpezit. Beim Studium dieser Schliche hat Verf. seine Aufmerksamkeit auf eine Probe gerichtet, welche außer Magneteisenstein noch eine Menge von anderen Mineralien enthält. Diese Beimengungen wurden mit der Lupe in sechs Gruppen geteilt, deren fünf aus Mineralien von der gleichen Art bestanden, die sechste Portion aber alle übrigen Mineralien Quarz, Amethyst, Zirkon, Granat, Rutil, Turmalin usw. enthält. Die Verhältnisse der Quantitäten dieser Portionen sind: I:II:III:IV:V = 24,975 : 8,326 : 4,171 : 0,998 : 3,550. Die fünf ersten Portionen wurden analysiert.

I. Diese Portion besteht aus honiggelben Stückchen mit unebenem Bruch, fast durchsichtig. Härte über 5, spec. Gew. 3,185. Analyse:  $P_2O_5$  29,29,  $ThO_2$  4,01,  $Ce_2O_3$  36,17,  $La_2O_3$  11,97,  $Pr.Nd_2O_3$  9,32,  $Y_2O_3$  7,69,  $Fe_2O_3$  Spur,  $Al_2O_3$  1,84,  $CaO$  0,36,  $SiO_2$  1,02,  $H_2O$  0,26; Summe 99,03. Also besteht diese Portion aus Monazitbruchstücken.

II. besteht aus *Ti*-armem Titan-Eisenerz. Analyse:  $TiO_2$  12,82,  $SiO_2$  0,11,  $Fe_2O_3$  79,14,  $FeO$  6,87,  $MnO$  0,32,  $MgO$  Spur; Summe 99,26.

III. besteht aus Eisenglanz. Analyse:  $SiO_2$  8,96,  $TiO_2$  Spur,  $Fe_2O_3$  89,50,  $Al_2O_3$  0,42,  $CaO$  0,07,  $MgO$  0,16; Summe 99,11.

IV. Stark abgerundete, meistens verlängerte Stückchen von braungelber Farbe; spec. Gew. 5,36. Härte 4—5. Strich orangegelb; durchscheinend, Glasglanz. Die Analyse ergab:  $ThO_2$  68,71,  $Y_2O_3$  usw. 1,33,  $Ce_2O_3$  usw. 0,73,  $SiO_2$  16,55,  $U_3O_8$  1,20,  $PbO$  0,90,  $SnO_2$  Spur,  $Fe_2O_3$  0,30,  $MnO$  0,20,  $CaO$  2,30,  $K_2O + Na_2O$  0,24,  $H_2O$  — Glühverlust 6,43; Summe 98,89. Also haben wir hier eine Varietät des Thorit vor uns, welche in vielen Beziehungen zwischen Thorit und Orangit gestellt werden muß.

V. Bedeutend größere, abgerundete Stückchen, welche sehr ähnlich dem Bernstein aussehen; Härte 6, spec. Gew. 4,955, vollständig undurchsichtig. In Salzsäure vollständig löslich, noch leichter in concentrirter Schwefelsäure, auch *Hf*. Chemische Zusammensetzung sehr compliciert:  $Ta_2O_5 + Nb_2O_5$  47,37,  $Ce_2O_3$  9,43,  $La_2O_3 + Nd_2O_3 + Pr_2O_3$  6,35,  $Y_2O_3 + Er_2O_3$  5,08,  $Fe_2O_3$  11,10,  $U_3O_8$  3,92,  $ZrO_2$  4,40,  $ThO_2$  0,32,  $PbO$  Spur,  $MnO$  2,67,  $SnO_2$  0,08,  $WO_3$  1,33,  $CaO$  5,32,  $K_2O + Na_2O$  0,60,  $CuO$  Spur,  $H_2O$  0,40; Summe 98,92. Alle diese Eigenschaften zeigen, daß dies Samarskit ist.

Alle diese Bestandteile sind in so geringer Menge dem Sande beigemengt, daß diese Seifen kaum eine praktische Bedeutung haben können.

Ref.: V. Worobieff.

## 19. O. Clere in Jekaterinburg: Einige neue Mineralvorkommen am Ural (Verh. kais. russ. min. Ges. 1903, 41, Prot. 28—29).

Briefliche Mitteilungen über ein neues Vorkommen von Pyromorphit auf Beresit und Quarz im Beresowskschen Bezirke außer der gewöhnlichen grünen Farbe gibt es Krystalle, welche blau, weiß, gelb, orange, braun, schwarz gefärbt sind). Eisenglanz in guten Krystallen ist in zwei neuen Vorkommen gefunden: in der Nähe des Schabrowskij-Goldseifenwerkes und in der Nähe von Gornoschitsk. Uwarowit, 7 km von der Neuwo-Schaitanskschen Eisenhütte. Vivianit aus dem Torf beim See Gribitskoje.

Ref.: V. Worobieff.

**20. V. Worobieff** (in St. Petersburg): **Neues Vorkommen von Prehnit in der Mongolei** (Verh. kais. russ.-min. Ges. 1903, 41, 48).

In der NW.-Mongolei, Sajanische Kette, Bergpaß Ulansadyk (Bergkette Tannuol, wurde von den Herren Ratschkowskij und Pedaschenko ein neues Prehnitvorkommen gefunden. In Graniten bildet der dichte Prehnit ziemlich mächtige Gänge, in deren Hohlräumen große schön ausgebildete Prehnitkrystalle vorkommen. Die Exemplare gehören dem geologischen Museum d. Akad. d. Wiss. in St. Petersburg an.)

Ref.: V. Worobieff.

**21. Derselbe:** **Über einen neuen Euklaskrystall** (Ebenda 48—49).

Der Krystall ist ziemlich groß, 28 mm in der Richtung der *c*-Axe, 13 mm *a*-Axe und 8 mm *b*-Axe. Starker Pleochroismus: blau nach *a*, gelblichgrün nach *b*, blau nach *c*. Beobachtete Formen: {010}, {100}, {110}, {120}, zwei unbestimmbare Prismen, {021}, {111}. Der Krystall gehörte Hrn. A. K. Demissoff-Uralskij (jetzt im Besitze des geologischen Museums d. Akad. d. Wiss. in St. Petersburg, A.V. 4794, und ist einer von den besten der seltenen Euklaskrystalle, welche im Süd-Ural (Fluß Sanarka) gefunden wurden.

Ref.: V. Worobieff.

**22. L. Stibing** (in St. Petersburg): **Cerussit von Riddersk** (Trav. d. Soc. Imp. Nat., St. Pétersbourg 1903, 34; Compt. rend. des séances 41—50 und 53—55 f. mit deutsch. Résumé).

Die einzige und kurze Beschreibung der Weißbleierzkrystalle aus den Riddersk-Gruben im Altai-Gebirge stammt von N. Kokscharow und umfaßt fast ausschließlich die Aufzählung der Krystallformen und einen Hinweis auf das Zwillingsgesetz (Zwillingsebene {110}). Nach Untersuchung mehrerer Krystalle aus den Riddersk-Gruben, welche dem mineralogischen Cabinet der St. Petersburger Universität angehören und derjenigen, welche Verf. von Hrn. H. v. Peetz erhalten hat, kam er zu folgenden Resultaten.

Die Krystalle des Cerussits finden sich im Quarz. Ihre Flächen, obgleich glänzend, sind stark gekrümmt und von Zwillingenähten durchsetzt; oft mit stalaktitartigen Bildungen oder mit kleinen Cerussitkrystallen in paralleler Verwachsung auf {010} bedeckt. Die gewöhnlichen Begleiter des Weißbleierzses sind Azurit, Malachit und Bleiglanz. Manchmal sind die Krystalle des Cerussits mit einer gelblichen oder graulichen Kruste bedeckt. Diese Kruste kann sehr leicht auf mechanischem Wege entfernt werden, und dann kommen entweder glänzende Flächen oder leicht matte zum Vorschein, als wenn dieselben geätzt wären. Diese Kruste besteht aus einer Mischung von Bleioxyden, Bleicarbonat und Bleiocker, was durch Lötrohranalyse erkannt wurde. Aller Wahrscheinlichkeit nach hat sich diese Kruste manchmal durch Metamorphose des Cerussits gebildet.

Die Krystalle erreichen die Größe bis 4 cm; bis zu 1 cm sind dieselben farblos und durchsichtig, besonders die in der Form eines hexagonalen Prismas; größere Individuen sind undurchsichtig und dabei gelb, rotbraun oder grau. Nach dem kristallographischen Habitus teilen sich die Krystalle in zwei Typen: prismatische und tafelförmige. Von allen Fundorten im Altai-Gebirge sind tafelförmige Individuen bekannt; in der Größe von 1,3 bis 2,3 cm und mehr sind sie besonders dem Cerussit aus den Riddersk-Gruben eigen. Die Combinationen der beiden Typen sind dieselben, und andere Formen, als die von N. v. Kokscharow aufgeführten, hat Verf. nicht gefunden. Der Typus der einfachen Krystalle ist abhängig von



der Größe der Ausbildung der Flächen  $\{010\}$ . Wenn diese Flächen in gleicher Ausbildung mit  $\{110\}$  sind, dann erhalten die Krystalle eine pseudohexagonale Form. Einfache Individuen finden sich fast immer mit Zwillingen zusammen. Zur Entwicklung der letzteren ist die goniometrische Messung meist ungenügend, da die Zwillingsnähte gewöhnlich verschwinden. Die Untersuchung eines Schließes ergab, daß der betreffende Krystall ein Durchkreuzungsdrilling nach zwei Gesetzen war; nach dem bekannten: Zwillingssebene eine Fläche  $\{110\}$ , und nach einem neuen, wo sie allem Anscheine nach die Fläche  $\{330\}$  ist. Das neue Gesetz bedarf noch weiterer Bestätigung. Außer Durchkreuzungs- und Berührungszwillingen kommen auch noch einfache, polysynthetische und Zwillinge höherer Grade vor, welche durch das Einwachsen kleiner Individuen in ein großes entstanden sind. Durch die einspringenden Winkel sind tafelförmige Zwillinge von einfachen Krystallen leicht zu unterscheiden; nach einem Winkel sind die Berührungszwillinge, nach vier oder sechs die Durchkreuzungszwillinge zu erkennen. Die Zwillingsgesetze der tafelförmigen Krystalle sind: oft Zwillingssebene die Fläche  $\{110\}$  und selten (und nur für Berührungszwillinge) die Fläche  $\{130\}$ . Krystalle tafelförmiger und prismatischer Typen kommen in Riddersk nicht zusammen vor.

Auf Grund sämtlicher bis jetzt gemachter Studien über den Cerussit, bestehend aus Analysen, aus der Untersuchung über künstliche Herstellung und Neubildung desselben, sowie aus den Arbeiten über die Krystallisation im allgemeinen kann man annehmen, daß der Typus der Krystalle weder vom chemischen Bestande des Cerussits, noch von chemischen Beimischungen in der Mutterlauge abhängt, sondern von der Schnelligkeit der Krystallisation, d. h. von allen Bedingungen, welche die Schnelligkeit ändern.

Ref.: V. Worobieff.

**23. P. Zemjatschensky** (in St. Petersburg: **Hydrogoethit, ein neues Glied in der Reihe der natürlichen Eisenoxydhydrate** (Trav. d. Soc. Imp. Nat. St. Pétersbourg 1903, 34; Compt. rend. des séances, 170—183 und 190—192. Mit deutsch. Résumé).

Verf. hat den Hydrogoethit aus der Umgebung von Lipetz im Tambowschen Gouvernement untersucht.

Die chemische Zusammensetzung ist folgende:  $H_2O$  13,03,  $Fe_2O_3$  83,17,  $Al_2O_3$  1,97,  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $P_2O_5$  Spuren. Der in  $HCl$  unlösliche Rückstand  $SiO_2$  + Orthoklas) beträgt 2,29. Diese Zusammensetzung entspricht der chemischen Formel  $3Fe_2O_3 \cdot 4H_2O$ , die für den Hydrogoethit von dem Verf. früher festgestellt wurde. Spec. Gew. = 3,7. Auf Grund der Untersuchung der physikalischen Eigenschaften des Hydrogoethit und Vergleich derselben mit anderen bekannten Eisenoxydhydraten kommt Verf. zu den folgenden Schlüssen: 1) Der Hydrogoethit besitzt, ähnlich wie der Goethit, eine Spaltbarkeit nach zwei zu einander senkrechten Ebenen; 2) er zeigt, wie der Goethit und Limonit, eine gerade Auslöschung zu den Tracen der beiden Spaltungsrichtungen; gehört also zum rhombischen Krystallsystem. 3) Hydrogoethit besitzt, ähnlich wie der Goethit und Limonit, eine starke Absorption, die in drei verschiedenen Richtungen in ganz verschiedenem Grade erfolgt. 4) Die Axenebene ist, wie beim Goethit, senkrecht zur Ebene der vollkommensten Spaltbarkeit. 5) Die Axenebenen für verschiedene Farben fallen, wie beim Limonit, zusammen. 6) Der optische Charakter ist, wie beim Goethit und Limonit, negativ. Trotz all dieser Ähnlichkeit unterscheidet sich der Hydrogoethit von den oben genannten Mineralien.



Dieser Unterschied besteht in folgendem. Wenn wir als Grundlage die krystallographische Stellung des Goethit annehmen und die vollkommenste Spaltung für (010), die minder vollkommene für (100) halten, so erhalten wir folgende Unterschiede zwischen Hydrogoethit und Goethit: 1) Die Hydrogoethitkrystalle sind nach der  $a$ -Axe verlängert, die Goethitkrystalle nach der  $c$ -Axe. 2) Charakter der Absorption: beim Hydrogoethit  $a > c > b$ , beim Goethit aber  $a > b > c$ . 3) Die Axenebenen für verschiedene Farben fallen beim Hydrogoethit zusammen; beim Goethit ist die Axenebene für rote Strahlen senkrecht zur Axenebene der grünen Strahlen. Vom Limonit unterscheidet sich der Hydrogoethit: 1, durch zwei Spaltungsrichtungen; 2) durch die Lage der Axenebene in bezug auf die Richtung der vollkommensten Spaltbarkeit; 3) durch die Stärke der Doppelbrechung; beim Hydrogoethit ist sie bedeutend höher, als beim Limonit.

Ref.: V. Worobieff.

**24. E. Rewutzky** (in Moskau): **Der Calamin aus der Grube Pervoblodatny am Ural** (Bull. de la Société Imp. des Natur. de Moscou 1903, Nr. 4, 435—438. Mit deutsch., Résumé).

Der Calamin vom Ural war bis jetzt nur in concretionären Krusten und sehr kleinen undeutlichen Krystallen unter dem Namen »Wagit« bekannt. In dem mineralogischen Institut der Universität von Moskau befindet sich ein Exemplar von teilweise in schwarzen Cerussit umgewandeltem Galenit, welcher von einigen Drusen sehr kleiner, teils gelblicher, teils aber recht durchsichtiger und glänzender Krystalle von Calamin besetzt ist. Die Krystalle sind tafelig mit stark entwickelten {010}. Durch goniometrische Messungen konnten folgende Formen constatiert werden:  $b\{010\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $t\{301\}$ ,  $i\{031\}$  und mikroskopisch  $s\{101\}$ .

Ref.: V. Worobieff.

**25. V. Arschinoff** (in Moskau): **Über die Krystallform und einige optische Eigenschaften des Bornylxanthogensäureäthyläthers  $C_{10}H_{17}OCSSC_2H_5$**  (Ebenda 439—445).

Die Substanz wurde von Herrn L. Tschugajeff dargestellt. Schmelzpunkt  $52^0$ — $53^0$ . Krystalle aus Essigäther. a) Links-Äther: Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $n\{210\}$ ,  $u\{101\}$ ,  $r\{102\}$ ,  $s\{1\bar{1}2\}$ .

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch. Axenverhältnis:

$$a : b : c = 2,0809 : 1 : 1,4230.$$

Die Messungen ergaben:

	Grenzwerte:	Mittel:	$k$	$n$	Berechnet:	Diff.:
$(110) : (100)$	$64^0 0' - 64^0 39'$	$*64^0 20'$	7	21	—	—
$(101) : (100)$	$55 29 - 55 48$	$*55 38$	5	17	—	—
$(210) : (100)$	$45 55 - 46 17$	$46 11$	7	21	$46^0 8'$	$+3'$
$(102) : (100)$	$70 55 - 71 18$	$71 7$	4	5	$71 7$	0
$(110) : (101)$	$75 42 - 75 49$	$75 47$	3	20	$75 51$	$-4$
$(210) : (101)$	$66 47 - 67 6$	$66 55$	4	26	$66 58$	$-3$
$(110) : (102)$	$82 3 - 82' 5$	$82 4$	2	2	$81 57$	$+7$
$(1\bar{1}2) : (1\bar{1}0)$	$50 56 - 52 8$	$51 46$	2	2	$51 43$	$+3$
$(1\bar{1}2) : (110)$	$67 11 - 67 16$	$67 12$	6	11	$67 10$	$+2$

Von vier möglichen Flächen  $\{1\bar{1}2\}$  ist gewöhnlich nur eine, sehr selten zwei vorhanden und nur an den beschädigten Krystallen der letzten Krystallisationen.

Optisch negativ. Axenebene parallel (010). Außerordentlich große Dispersion der optischen Axen.

	Grenzwerte:	Mittel:	Zahl der Kryst.:	Zahl der Beob.:	t
Li	2E = 40° 52' — 41° 43'	41° 23'	2	36	22° — 23° C.
Na	51 4 — 51 24	51 16	2	34	22° — 24°
Tl	60 20 — 60 43	60 36	4	7	20° — 22°
Grüner Filter 1)	62 6 — 62 56	62 31	4	8	22°
Blauer Filter von Landolt	75 9 — 77 35	76 6	2	51	21°

Die Brechungsindices wurden an den natürlichen Prismen (gebildet von zwei Flächen {110}) gemessen.

	Prismenwinkel:	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$ (berechnet):
Kryst. Nr. 1:	51° 10'	1,556	1,647	—
- Nr. 2:	51 11	1,557	1,649	—
Mittel:	—	1,556	1,648	1,562

Infolge der ungewöhnlich großen Dispersion und großen Doppelbrechung erhält man unter dem Konoskop im weißen Lichte ein ganz sonderbares Axenbild.

b) Der Rechts-Äther ist dem ersten vollständig ähnlich, nur beobachtet man die rechten Sphenoide.

c) Der Methyl-Äther derselben Säure steht dem Äthyläther auch sehr nahe (s. Pilipenko, diese Zeitschr. 39, 619). Die Mischung von beiden Äthern gibt Krystalle (isomorphe?) mit den mittleren optischen Eigenschaften (Axenwinkel für Na = 51° 16'). Schmelzpunkt für diese Krystalle 51° — 52°. Die Messungen der Krystallwinkel haben keine mittleren Werte ergeben. Die Untersuchung dieser Frage wurde nicht weiter geführt.

Ref.: V. Worobieff.

**26. N. Kurnakoff und N. Podkopajeff** (in St. Petersburg): Über die chemische Zusammensetzung von Kobalterz aus Neu-Caledonien und Nischnij Tagil (Ural) (Berg-Journal 1903, 3, 359—367).

Verf. haben schon früher ihre Untersuchungen über die Kobalterze aus Neu-Caledonien publiziert (s. diese Zeitschr. 37, 415). Jetzt geben sie noch die chemischen Analysen von Erdkobalterz vom Berge Wissokaja (Nischnij Tagil, Ural). Das Mineral bildet eine Kruste auf dem Magneteisenstein. Die Analyse ergab: MnO 34,91, O 7,53 (also MnO<sub>2</sub> 42,44), CoO 4,33, NiO 0,61, H<sub>2</sub>O 12,51, SiO<sub>2</sub> 4,00, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 22,80, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8,75, CaO 0,65, MgO 0,37, CuO 3,11; Summe 99,67; Glühverl. 12,50; hygroskopisch H<sub>2</sub>O 2,25. Also kann man die Zusammensetzung in folgender Weise ausdrücken: (Co, Ni)O.7,51MnO<sub>2</sub>.3,09H<sub>2</sub>O. Diesem Asbolit steht ein anderes Mineral aus demselben Vorkommen, nämlich Rabdionit, nahe (eine Analyse ist von Kobell angegeben).

Ref.: V. Worobieff.

**27. S. Jerschoff** (in Genf): Krystallographische Beschreibung einiger Thymolderivate (Journal d. Soc. physico-chimique russe 1903, 35, 726—727, 734, 936—937, 944—945).

1) Nach Popówitzky, Verh. d. technischen Gesellsch. 1899.

Blaues Azoxoniumsalz  $C_{24}H_{35}N_3O_9$ .Schmelzp.  $79^{\circ}$ . Ebenda 726—727.

Zuerst von Kehrman (Ber. d. d. chem. Ges. 1904, **34**, 1626) durch Einwirkung starker Salpetersäure auf Thymoläthyläther erhalten. Dargestellt von Decker und Solanina. Undurchsichtige, blaue Krystalle, mit kupferroter Oberflächenfarbe.

Rhombisch.  $a:b:c = 0,3233:1:1,1175$ .Beobachtete Formen:  $b\{010\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $q\{011\}$ ; tafelförmig nach  $b$ .

	Gemessen:	Berechnet:
$(010):(110) =$	$*72^0 5'$	—
$(010):(011)$	$*40 24$	—
$(110):(011)$	$76 20$	$76^0 27'$

N-dithymolylamindiäthyläther  $C_{24}H_{35}NO_2$ .Schmelzp.  $70,5^0$ — $71^0$ . Ebenda 734.

Dargestellt von Decker und Solanina; farblose, durchsichtige Krystalle aus Alkohol. Triklin.

 $a:b:c = ? : 1 : ?$ ;  $\alpha = 91^0 4'$ ,  $\beta = 96^0 24'$ ,  $\gamma = 88^0 24'$ .

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $c\{001\}$ .  $(001):(100) = 83^0 38'$ ,  $(001):(010) = 89^0 7'$ ,  $(100):(010) = 94^0 30'$ .

N-thymochinon-thymolimidoäthyläther  $C_{22}H_{29}NO_3$ .Schmelzp.  $96^0$ — $97^0$ . Ebenda 936—937.

Dargestellt von Decker und Solanina (Ber. d. d. chem. Ges. 1902, **35**, 3217—3225). Dunkelrote, fast undurchsichtige Krystalle aus Alkohol.

Triklin.  $a:b:c = 1,3220:1:1,5262$ ; $\alpha = 75^0 1'$ ,  $\beta = 123^0 20'$ ,  $\gamma = 84^0 21'$ .Beobachtete-Formen:  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $r\{10\bar{1}\}$ ,  $k\{354\}$ .

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(010) =$	$*48^0 21'$	—
$(010):(354)$	$118 39$	$118^0 36'$
$(001):(100)$	$*53 16$	—
$(100):(10\bar{1})$	$*57 16$	—
$(001):(010)$	$*67 55$	—
$(010):(100)$	$*72 40$	—
$(001):(354)$	$58 3$	$59 2$
$(100):(354)$	$53 4$	$53 4$

P-acetyl-thymolyl-p-äthylthymolylamin  $C_{24}H_{33}NO_3$ .Schmelzp.  $122^0$ — $123^0$ . Ebenda 944—945.

Dargestellt von Decker und Solanina; farblose, an der Luft rötlich werdende Krystalle aus ?.

Monoklin.  $a:b:c = 0,778:1:?$ ;  $\beta = 98^0 10'$ .Beobachtete Formen:  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ . $m:m = 75^0 13'$ ;  $m:c = 83^0 32'$ .

Ref.: V. Worobieff.

28. V. Albansky (in Moskau): **Krystallographische Untersuchung von Xanthogensäurederivaten** (Journal d. Soc. physico-chimique russe 1903, **35**, 1127 u. 1131).

Mentholdixanthogenat  $C_{10}H_{19}O-CS-S_2-CS-OC_{10}H_{19}=C_{22}H_{38}O_2S_4$ .

Schmelzp.  $92,5^{\circ}$ — $93^{\circ}$ . Ebenda 1127.

Dargestellt von L. Tschugajeff (Ber. d. d. chem. Ges. 1902, **35**, 2473—2483). Bernsteinengelbe, durchsichtige Krystalle aus Mischung von Toluol und Essigester.

Rhombisch.  $a:b:c = 0,7207:1:1,2788$ .

Beobachtete Formen:  $\{001\}$ ,  $\{011\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{101\}$ ,  $\{102\}$ .

	Grenzwerte:	Mittel:	Berechnet:	Zahl d. Mess.:	Zahl d. Kryst.:	Diff.:
$(001):(011)$	$= 51^{\circ}36' - 52^{\circ}13'$	$*51^{\circ}58,5'$	—	44	8	—
$(110):(110)$	$71\ 47 - 71\ 48$	$*71\ 33,5$	—	28	7	—
$(011):(111)$	$47\ 13 - 47\ 49$	$47\ 32,5$	$47^{\circ}32,5'$	64	6	$\pm 0'$
$(001):(111)$	$65\ 8 - 65\ 52$	$65\ 27$	$65\ 26,5$	82	9	$-0,5$
$(101):(111)$	$31\ 27 - 32\ 28$	$32\ 6$	$32\ 7,5$	43	6	$+1,5$
$(001):(101)$	$60\ 25 - 60\ 40$	$60\ 35$	$60\ 36$	10	3	$+1$
$(001):(102)$	$41\ 23 - 42\ 0$	$41\ 44$	$41\ 34,5$	13	3	$-9,5$
$(101):(011)$	$72\ 21 - 72\ 59$	$72\ 33,5$	$72\ 36$	10	1	$+2,5$
$(011):(110)$	$62\ 10 - 62\ 57$	$62\ 32,5$	$62\ 33,5$	22	4	$+1$
$(011):(102)$	$62\ 6 - 62\ 54$	$62\ 35$	$62\ 45,5$	8	1	$+10,5$
$(111):(102)$	$36\ 25 - 37\ 7$	$36\ 46$	$36\ 59$	4	1	$+13$

Thioanhydrid der Mentholxanthogensäure

$C_{10}H_{19}OCS > S = C_{22}H_{38}O_2S_3$ . Schmelzp.  $148^{\circ}$ — $149^{\circ}$ . Ebenda 1131.

Dargestellt von Tschugajeff; große, grünlichgelbe Tafeln aus Mischung von Benzol und Alkohol. Rhombisch (wahrscheinlich sphenoidisch).

$a:b:c = 1,4469:1:1,708$ .

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $r\{101\}$ ,  $m\{110\}$ .

	Gemessen:	Berechnet:
$(001):(101)$	$= 72^{\circ}55'$	$73^{\circ}0'$
$(110):(100)$	$*55\ 21$	—
$(110):(101)$	$*57\ 6$	—

Ref.: V. Worobieff.

29. N. N. Evans (in Montreal): **Gediegenes Arsen von Montreal** (Amer. Journ. Sci. 1903 (4), **15**, 92—93).

Gediegenes Arsen findet sich als Gangmineral im Nephelinsyenit des Corporation Quarry bei Montreal. Viel Calcit und sehr wenig Realgar und Pyrit sind die begleitenden Mineralien. Das Arsen kommt in nierenförmigen und traubigen Massen mit concentrischer Structur als »Scherbenkobalt« vor.

Das Mittel von zwei Analysen ergab: *As* 98,14, *Sb* 1,65, *S* 0,16, Unlöslich 0,15; Summe 100,10.

Spec. Gew. bei  $18^{\circ} = 5,73$ — $5,75$ . Härte 3—4. Weder Silber noch Wismuth waren vorhanden.

Ref.: A. S. Eakle.

**30. C. W. Dickson** (in Kingston, Ont.): **Notiz über die Beschaffenheit des Platins in den Nickel-Kupfererzen von Sudbury** (Amer. Journ. Sci. 1903 (4), 15, 137—139).

Das Platin der Sudbury-Erze ist offenbar als Sperryolith darin enthalten. Kleine zinnweiße Krystalle dieses Minerals wurden aus Chalkopyrit der Victoria-Mine erhalten, wenn der Chalkopyrit durch Salpetersäure gelöst wurde.

Die Sperryolithkrystalle waren 0,5—1 mm groß und meistens verlängerte Würfel. Die größten und vollkommensten Krystalle zeigten {001}, {111}, {210}, {211} und mehrere unbestimmbare Formen. Ein kleiner Krystall zeigte außer {211} auch {411}.

Die Victoria-Mine liegt ungefähr 20 Meilen westlich von Sudbury; der Sperryolith dieser neuen Localität ist identisch mit demjenigen aus der Vermilion-Mine (diese Zeitschr. 38, 58).

Ref.: A. S. Eakle.

**31. P. E. Browning** und **C. P. Flora** (in New Haven, Conn.): **Über Cerichromat** (Ebenda 177—178).

Glänzende scharlachrote Krystalle von chromsaurem Cer wurden von den Verff. dargestellt, und diese sind nach J. C. Blake rhombisch. (110):(110) approx. 58°. Beobachtete Formen: {110}, {010}, {100}, {001} und ein stumpfes Brachydoma mit geätzten Flächen. Die Krystalle waren pleochroitisch und zeigten parallele Auslöschung und niedrige Doppelbrechung. Bis 150° kein Wasserverlust; über 180° wurden sie zersetzt. Die Zusammensetzung war

		Ber. für $Ce(CrO_4)_2 \cdot 2H_2O$
$CeO_2$	41,94	$CeO_2$ 42,14
$CrO_3$	49,61	$CrO_3$ 49,04
$H_2O$	8,82	$H_2O$ 8,82
	100,37	100,00

Ref.: A. S. Eakle.

**32. S. Weidman** (in Madison, Wisc.): **Notiz über den Amphibol-Hudsonit** (Ebenda 227—232).

Nach dem Verf. ist der Hudsonit von Cornwall, Orange County, New York, ein Amphibol und nicht Pyroxen. Der Winkel der prismatischen Spaltbarkeit (110):(110), gemessen von S. L. Penfield, ist 55° 34'. Der Auslöschungswinkel auf (010) ist 9° im stumpfen Winkel  $\beta$ , d. h.  $c:c' = +9^\circ$ .  $a$  = blaß olivengrün,  $b$  = grün mit gelber Nüance,  $c$  = grün mit blauer Nüance, Absorption  $c \leq b > a$ . — Eine Analyse von J. L. Nelson ergab:

$SiO_2$	36,86
$TiO_2$	1,04
$Al_2O_3$	12,10
$Fe_2O_3$	7,41
$FeO$	23,35
$MnO$	0,77
$CaO$	10,59
$MgO$	1,90
$Na_2O$	3,20
$K_2O$	1,20
$H_2O$ bei 110° C.	0,76
$H_2O$ bei Rotglut	0,60

99,72

Ref.: A. S. Eakle.



**33. B. J. Harrington** (in Montreal): **Über die Zusammensetzung einiger canadischer Amphibole** (Amer. Journ. Sci. 1903 (4), 15, 392—394).

Die Analysen von 1. rötlichbraunem Amphibol von Grenville, Provinz Quebec, vollkommene Spaltbarkeit mit dem Auslöschungswinkel  $16^{\circ}$ ; Härte = 6, 2. schwarzem Amphibol aus Essexit von Montreal ergaben:

	1.	2.
$SiO_2$	45,50	39,23
$TiO_2$	0,68	4,53
$Al_2O_3$	12,25	14,38
$Fe_2O_3$	0,28	2,92
$FeO$	0,75	8,56
$MnO$	0,11	0,65
$CaO$	13,31	11,70
$MgO$	20,63	13,04
$Na_2O$	2,76	3,05
$K_2O$	1,76	0,98
$H_2O$	0,40	0,36
$F$	2,80	—
	101,23	99,37
minus O	1,17	
	100,06	

Spec. Gew. bei  $15^{\circ} C. = 3,44$ ; bei  $17,5^{\circ} C. = 3,459$ .

2,93 % Fluor wurden in einer zweiten Probe von Grenville gefunden.

Ref.: A. S. Eakle.

**34. C. M. Palmer** (in St. Louis, Mo.): **Chrysokoll; ein merkwürdiger Fall von Hydratisation** (Ebenda 1903 (4), 16, 45—48).

Chrysokoll von Pinal County, Arizona, zeigte merkwürdigen Wasserverlust über Schwefelsäure, welcher von 17 % bis 20 % variierte. Drei Analysen ergaben:

	1.	2.	3.
$SiO_2$	38,64	35,84	33,28
$CuO$	25,22	31,50	30,76
$Al_2O_3$	11,76	3,74	4,60
$Fe_2O_3$	Spur	Spur	Spur
$MnO$	—	Spur	Spur
$CaO$	—	1,76	unbest.
$MgO$	—	0,16	»
$H_2O$ (über $H_2SO_4$ )	12,36	18,96	20,54
$H_2O$ niedrige Rotglut	12,22	8,32	8,60
	100,20	100,28	97,78

Bei 2. wurden 18,24 %  $H_2O$  in 22 Stunden und 18,90 % in 33 Tagen über  $H_2SO_4$  abgegeben. Bei  $100^{\circ} C.$  nach 24 Stunden wurden 19,60 % verloren. Nach 48 Stunden an der Luft wurde das gesamte Wasser und noch 0,68 % mehr wieder absorbiert. Bei 3. wurden 15,60 %  $H_2O$  in 24 Stunden und 20,54 % in 11 Tagen verloren, an der Luft nach 24 Stunden wurde alles Wasser wieder aufgenommen, sowie 2,64 % mehr, und nach  $4\frac{1}{2}$  Tagen 5,14 % mehr. Der Verlust bei  $100^{\circ} C.$  war über 20,72 %. Ref.: A. S. Eakle.

**35. B. J. Harrington** (in Montreal): Über die Formel des Bornits (Amer. Journ. Sci. 1903 (4), **16**, 454—454).

Verf. behauptet, daß die gewöhnliche Formel des Bornits, nämlich  $Cu_3FeS_3$  oder  $3Cu_2S, Fe_2S_3$ , aus Analysen von unreinen Materialien berechnet und daher unrichtig sei. Die Analysen von dichtem canadischen Bornit ergaben:

	1.	2.	3.	4.	5.
<i>Cu</i>	63,35	62,78	62,73	63,34	63,18
<i>Fe</i>	10,92	11,28	11,05	10,83	11,28
<i>S</i>	25,63	25,39	25,79	25,54	24,88
Unlös.	—	0,30	—	0,38	0,24
	100,10	99,75	99,57	100,09	99,58
Sp. Gew. bei 15° C.	5,085	5,055	5,090	5,029	—

1. Harvey Hill, Quebec.
2. Bruce-Mine, Ontario.
3. Dean Channel, How Sound, Brit. Columbia.
4. Copper Mountain, Südgabelung des Similkameen River, B. C., von J. E. A. Egleson.
5. Texada-Insel, B. C., von J. E. A. Egleson.

Eine Analyse der wohlbekannten Bornitkrystalle von Bristol, Conn., ergab:

<i>Cu</i>	63,24
<i>Fe</i>	11,20
<i>S</i>	25,54
	99,98

Spec. Gew. bei 15° C. 5,072

Die aus obigen Zahlen berechneten Verhältnisse deuten auf die Formel  $Cu_5FeS_4$  für Bornit.

Die alte Formel  $Cu_3FeS_3$  wurde auf die Analysen des dichten Bornits von Cornwall begründet.

Die Analysen dieses Bornits ergaben:

	1.	2.	3.	4.	5.	Ber. für $Cu_3FeS_3$
<i>Cu</i>	56,76	58,20	57,89	57,71	57,68	55,58
<i>Fe</i>	14,84	14,85	14,94	13,89	15,11	16,36
<i>S</i>	28,24	26,98	26,84	27,17	26,46	28,06
	99,84	100,03	99,67	98,77	99,25	100,00

1. Condorra-Mine, Cornwall, von Plattner 1839.
2. Vermutlich Cornwall - Varrentrapp 1839.
3. Redruth - Chodney 1844.
4. und 5. - vom Verf.

Nach dem Verf. ist etwas Chalkopyrit dem Bornit der obigen Analysen beigemischt, und eine Mischung von einem Teile Bornit  $Cu_5FeS_4$  mit einem Teile Chalkopyrit  $CuFeS_2$  ergibt die gewöhnliche Formel für Bornit, nämlich  $2Cu_3FeS_3$ . Eine solche Mischung erfordert 73,20 % Bornit und 26,8 % Chalkopyrit.

Ref.: A. S. Eakle.

**36. G. F. Barker** (in Philadelphia, Penn.): Radioaktivität von Thorium-mineralien (Ebenda 164—168).

Die relative Intensität der Wirkung einiger radioactiver Mineralien, welche

48 Stunden auf einer photographischen Platte gelegen hatten, ergab die Reihenfolge: Uraninit von Böhmen und von Sachsen, Gummit von Nord-Carolina, Autunit von Limoges, Euxenit von Norwegen, Thorit von Norwegen, Samarskit von Nord-Carolina und Orangit von Norwegen, doch war die Intensität der drei ersten viel stärker als die der anderen. Versuche mit Monazitsanden von Nord-Carolina und von Brasilien sprachen dafür, daß das Thorium dieses Minerals radioactiv sei, weil die chemische Analyse gar kein Uranium ergab, und daher das darin enthaltene Thorium vermutlich die primäre radioactive Substanz ist.

Ref.: A. S. Eakle.

**37. G. F. Kunz (in New York): Über einen neuen lilagefärbten durchsichtigen Spodumen (Amer. Journ. Sci. 1903 (4), 16, 264—267).**

Durchsichtige Spodumenkrystalle, in der Farbe von tief rosa oder amethystrot bis fast farblos, finden sich in der wohlbekannten Lepidolith-Turmalinlocalität nahe Pala, San Diego County, Californien. Einige der Krystalle sind außerordentlich groß, indem sieben ein Gewicht von 256,6 bis 1000 g haben. Sie kommen in einem kaolinisierten Pegmatit vor nebst großen Quarzkrystallen und schönen Turmalinprismen, welche innen rötliche, außen bläuliche Farbe haben. Die Spodumenkrystalle sind vollkommen durchsichtig, mit Härte ungefähr 7, und zeigen Pleochroismus. Die Flächen sind stark geätzt. Spec. Gew. 3,483.

Die Messung von S. L. Penfield des prismatischen Winkels (110): (110) ergab  $86^{\circ} 45'$ . Zwillinge nach {100} kommen vor, wie die Ätzfiguren zeigen.

Amblygonit in großer Menge wurde neuerdings mit dem Lepidolith bei Pala entdeckt.

Ref.: A. S. Eakle.

**38. T. T. Read (in Cheyenne, Wyom.): Vorläufige Notiz über die seltenen Metalle der Erze von der Rambler-Mine, Wyoming (Ebenda 268).**

Platin und Palladium kommen in den Erzen der Rambler-Mine, 40 M. westlich von Laramie, Wyoming, vor, und es scheint, daß das Platin sich im Chalkopyrit, das Palladium im Covellit dieser Grube findet. Vielleicht existiert das Palladium als Sulfid.

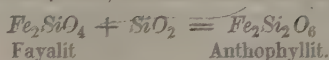
Ref.: A. S. Eakle.

**39. C. H. Warren (in Boston, Mass.): Mineralogische Notizen (Ebenda 337—344).**

Arsen. Gediogenes Arsen findet sich im dolomitischen Kalksteine in Washington Camp, Santa Cruz County, Arizona; es ist nierenförmig mit schaligem Aufbau und erscheint manchmal stengelig. Quarz, Calcit, rötliche Zinkblende und winzige Pyritkrystalle sind die begleitenden Mineralien. Das Arsen enthält ein wenig Antimon und Schwefel.

Anthophyllit. Der neuerdings entdeckte Fayalit von Rockport, Massachusetts (s. diese Zeitschr. 26, 143) zeigt eine Umrandung von Magnetit und faserigen Aggregaten am Contact mit dem Quarz des Pegmatits. Die Fasern sind durchscheinend, weiß bis blaßbraun und sind offenbar durch die Umwandlung des Fayalits entstanden. Sie haben parallele Auslöschung und die Spaltbarkeit eines Amphibols. Die Ebene der optischen Axen ist {010};  $c = a$ ,  $a = c$  und  $b = b$ . Vor dem Löthrohre wurden die Fasern schwarz, gerundet und stark magnetisch. Unlöslich in Säuren. Qualitative Proben beweisen, daß das Mineral ein reines Eisensilicat ist und daher vermutlich ein Eisen-Antho-

phyllit, d. h. ein neuer Amphibol, welcher nach der folgenden Gleichung entstanden ist:



Dunkelgrüner Lepidomelan, entsprechend der Varietät Annit, begleitet den Anthophyllit. Der Glimmer schmilzt zu einer schwarzen magnetischen Kugel, geistig mit Säuren, und enthält etwas Aluminium, Kalium und Magnesium. Der optische Axenwinkel in  $0^\circ \mu = 1.545$ , war  $30^\circ 24'$ . Zirkonkrystalle kommen ebenfalls vor.

Cerussit und Phosgenit. Das Bleicarbonat aus der Terrible-Mine, Isle, Custer County, Colorado, enthält Strontium. Eine Analyse ergab:

		Verhältnis:
$\text{CO}_2$	17,02	0,387
$\text{PbO}$	79,59	0,357
$\text{SrO}$	3,15	0,030
	99,76	0,387

Außerdem Spuren von  $\text{FeO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{CaO}$  und Alkalien.

Das Verhältnis entspricht der Formel  $(\text{Pb}, \text{Sr})\text{CO}_3$  und zwar der Zusammensetzung  $\text{PbCO}_3 = 95,32\%$  und  $\text{SrCO}_3 = 4,48\%$ . Das spezifische Gewicht 6,409, berechnet 6,329.

Brauner Phosgenit, umgeben von Cerussit als Umwandlungsproduct, kommt ebenfalls vor. Der Phosgenit hat vollkommene Spaltbarkeit nach Basis und Prisma.

Ref.: A. S. Eakle.

40. G. F. Kunz (in New York): Californit (Vesuvianit) (Amer. Journ. Sci. 1903 (4), 16, 397—398).

Eine sehr dichte Varietät von Vesuvianit mit oliven- bis grasgrüner Farbe findet sich an der Südgabelung des Indian Creek im Siskiyou County, Californien. Das Mineral ähnelt dem Jadit und dem Chrysopras und wurde daher zuerst irrtümlich für beides gehalten. Die Analyse von G. Steiger ergab:

$\text{SiO}_2$	35,85
$\text{Al}_2\text{O}_3$	18,35
$\text{CaO}$	33,51
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	1,67
$\text{FeO}$	0,39
$\text{MgO}$	5,43
$\text{MnO}$	0,05
$\text{TiO}_2$	0,10
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,02
$\text{H}_2\text{O}$ bei $100^\circ \text{C}$ .	0,29
$\text{H}_2\text{O}$ über $100^\circ \text{C}$ .	4,18
	99,84
Spec. Gew.	3,286

Verf. stellt den Namen Californit für diese Varietät auf. Ähnlicher Vesuvianit findet sich auch im Burro-Tale, 32 Meilen östlich von Fresno, und in Selma, Fresno County, Californien.

Ref.: A. S. Eakle.

41. Derselbe: Wismuth und Wismuthoer von Pala, Californien (Amer. Journ. Sci. 1903 (4), 16, 398—399).

Wismuth und Bismut finden sich in dem Granit, welcher über dem Amblygonit der Lepidolith-Mine nahe Pala, San Diego County, Californien, ansteht. Der Bismut kommt in orangegelben bis grauen pulverigen Massen und das Wismuth in langen unregelmäßigen Krystallen oder Tafeln vor. Ein Krystall, 1 Zoll lang, war vermutlich eine Pseudomorphose nach Feldspat.

Ref.: A. S. Eakle.

42. A. F. Rogers in New York: Bildung von Mineralien aus vergrabenen chinesischen Münzen des siebenten Jahrhunderts (Amer. Geologist 1903, 31, 43—46).

Ein Topf mit ungefähr 5000 Kupfermünzen wurde in Kukiang, China, ausgegraben und enthielt auf mehreren der Münzen secundäre Mineralien: Kleine Cupritkrystalle, Würfel, Oktaeder, Dodekaeder, Tetrakishexaeder und Ikesitetraeder. Malachit auf dem Cuprit und Azurit auf dem Malachit. Kleine rauhe Krystalle von gediegenem Kupfer und Cerussit waren auch vorhanden, doch muß das Blei des Cerussits aus anderem Material entstanden sein, weil die Münzen kein Blei enthielten.

Ref.: A. S. Eakle.

43. F. L. Hann in Mount Vernon, Iowa: Apatitkrystalle von Antwerp, New York (Ebenda 62).

Die Analyse einiger olivgrüner Apatitprismen, ungefähr 2 cm lang und 8 mm breit, ergab:

$\text{CaO}$	48,20	$\text{SiO}_2$	0,60
$\text{P}_2\text{O}_5$	44,00	$\text{Al}_2\text{O}_3$	9,00
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	89,20	$\text{CaF}_2$	1,20
			100,00

Ref.: A. S. Eakle.

44. A. N. Winchell in Butte, Mont.: Notiz über titanhaltigen Pyroxen (Ebenda 309—310).

Verf. schließt aus der Vergleichung seiner Analyse und des Axenwinkels von Pigeonit diese Zeitschr. 36, 70 mit der Beckerschen Analyse eines titanhaltigen Pyroxens vom Kilimandscharo diese Zeitschr. 38, 317, daß der Gehalt an Titanium im Augit keine Wirkung auf die Größe des optischen Axenwinkels hat.

Ref.: A. S. Eakle.

45. J. E. Spurr in Washington, D. C.: Die Bestimmung der Feldspäte im Dünnschliffe (Ebenda 376—383).

Verf. erklärt in abgekürzter Weise die Methoden von Becke, Michel-Levy und Fouque zur Bestimmung der Feldspäte. Ref.: A. S. Eakle.

46. R. A. F. Penrose in Philadelphia, Pa.: Die Zinnerzlagerstätten der Malayischen Halbinsel (Journ. Geology 1903, 11, 135—154).

Zinnerz findet sich von Johor an der südlichen Grenze der Halbinsel bis zur südlichen Grenze von Perak, eine Entfernung von 350 Meilen. Der Kinta-



District, Perak, ist die wichtigste Localität. Das Erz ist oft wohlkrystallisierter Kassiterit, schwarz, braun, grau, graulichgrün oder weiß, durchsichtig, aber gewöhnlich ist es dunkelbraun oder schwarz mit harzigem Glanz. Die begleitenden Mineralien sind: viel Turmalin, Hornblende, Wolframit und Magnetit und weniger Muscovit, Topas, Scheelit, Fluorit, Sapphir, Gold und Pyrit.

Schöne Topaskrystalle finden sich nahe Tapa, südlich von Campa. Das Zinnerz wird meistens aus dem Alluvium gewonnen; doch tritt es in primären Lagerstätten im Granit, Sandstein und Kalkstein auf, bei Chongkat Pari im Kalkstein, begleitet von Pyrit, Arsenopyrit, Chalkopyrit, Bornit und etwas Rhodochrosit.

Ref.: A. S. Eakle.

**47. N. N. Evans** (in Montreal): **Hornblendeanalyse** (aus: F. D. Adams, The Montereian Hills. Journ. Geology 1903, **11**, 239—282).

Die Analyse von tiefbrauner Hornblende aus Essexit von Mount Johnson, Provinz Quebec, ergab:

$SiO_2$	38,63
$TiO_2$	5,04
$Al_2O_3$	11,97
$Fe_2O_3$	3,90
$FeO$	11,52
$MnO$	0,73
$MgO$	10,20
$CaO$	12,81
$Na_2O$	3,14
$K_2O$	1,49
$H_2O$	0,33
	<hr/>
	99,76

Ref.: A. S. Eakle.

**48. A. F. Rogers** (in New York): **Krystallform des p-Aminobenzonitrils**  $C_6H_4.NH_2.CN$  (Journ. Amer. Chem. Soc. 1903, **25**, 482).

Krystallisiert aus Chloroform oder Petroleum in langen weißen oder farblosen Krystallen. Schmelzpunkt  $85,5^{\circ}$ — $86^{\circ}$ . Monoklin.

$$a : b : c = 1,7475 : 1 : 1,4573; \quad \beta = 47^{\circ}50'.$$

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $r\{\bar{1}01\}$ .

	Gemessen:	Berechnet:
$m : m' = (110) : (\bar{1}10) =$	$*75^{\circ}20'$	—
$a : c = (100) : (001) =$	$*47^{\circ}50'$	—
$c : r = (101) : (\bar{1}01) =$	$*54^{\circ}32'$	—
$a : m = (100) : (110) =$	$52^{\circ}24'$	$52^{\circ}20'$
$c : m = (001) : (110) =$	$65^{\circ}42'$	$65^{\circ}47'$

Die Krystalle sind tafelartig nach  $\{001\}$  und verlängert nach Axe  $b$ . Die Formen  $\{001\}$  und  $\{110\}$  herrschen vor,  $\{010\}$  und  $\{\bar{1}01\}$  sind gewöhnlich gerundet. Spaltbarkeit nach  $\{100\}$  vollkommen, nach  $\{010\}$  deutlich.

Ref.: A. S. Eakle.

**49. W. C. Blasdale** (in Berkeley, Cal.): **Krystallform des Ceropten** ( $C_9H_9O_2$ )<sub>n</sub> (Journ. Amer. Chem. Soc. 1903, 25, 1141—1152).

Krystallisiert aus verschiedenen Lösungen; am besten aus Benzol, in citrongelben Krystallen; Schmelzpunkt 135°.

Triklin.  $a : b : c = 0,8353 : 1 : 1,0138$ .

$\alpha = 112^\circ 13'$ ;  $\beta = 92^\circ 12'$ ;  $\gamma = 94^\circ 33'$ .

Beobachtete Formen: {001}, {100}, {010}, {101}, {011}, {011}, {120}.

	Gemessen:	Berechnet:
(001):(010) =	*67° 29'	—
(001):(100)	*85 45	—
(100):(010)	*84 41	—
(001):(011)	*56 57	—
(001):(101)	*50 49	—
(010):(011)	55 59	55° 34'
(100):(101)	42 52	43 26
(001):(011)	33 39	34 8
(010):(120)	30 24	30 49
(100):(120)	66 40	65 30

Die Krystalle sind meistens tafelartig nach der Basis.

Ref.: A. S. Eakle.

**50. A. C. Lawson** (in Berkeley, Cal.): **Plumasit, ein Oligoklas und Korund haltiges Gestein** (Bull. Dept. Geol. Univ. Cal. 1903, 3, 219—229).

Ein Ganggestein von Plumas County, Californien, welches Verf. Plumasit genannt hat, enthält teils winzige, teils bis 5 cm lange Korundkrystalle, blaß violettblaue Bipyramiden. Die Flächen sind unvollkommen, aber Messungen mit dem Contactgoniometer ergaben für den Polkantenwinkel ca. 60° und für den Basalwinkel 16°, letzterer entspricht ungefähr der Form  $\theta\{8.8.\overline{16}.3\}$ . Das spec. Gewicht variiert zwischen 3,9 bis 4,2. Mittel ca. 4.

Eine Analyse des Oligoklas von J. Newfield ergab:

$SiO_2$	61,36
$Al_2O_3$	22,97
$CaO$	5,38
$Na_2O$	8,08
$H_2O$	4,72
	<hr/> 99,51

Die Zusammensetzung, berechnet als wasserfreier Feldspat, entspricht der Formel  $Ab_3An_2$  nebst 2,77%  $SiO_2$  Überschuß.

Ref.: A. S. Eakle.

**51. A. S. Eakle** (in Berkeley, Cal.): **Palacheit** (Ebenda 231—236).

**Derselbe:** Über die Identität von Palacheit und Botryogen (Amer. Journ. Sci. 1903 (4), 16, 379—380).

Unter dem Namen »Palacheit« wurden einige rote monokline Krystalle von wasserhaltigem Eisenmagnesiumsulfat beschrieben, die sich in der Redington Quecksilber-Mine, Knoxville, Californien, fanden; später ist die Identität der-

selben mit Botryogen erkannt worden. Das Mineral kommt in lockeren Aggregaten von winzigen Krystallen vor, die hauptsächlich von Prismen mit Basis gebildet werden.

Die beobachteten Formen sind:  $c\{001\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $l\{120\}$ ,  $t\{450\}$ ,  $a\{100\}$ ,  $n\{011\}$ ,  $o\{021\}$ ,  $d\{201\}$ ,  $p\{111\}$ ,  $s\{121\}$ .

Die Prismenflächen sind immer gestreift und die Basis durch vicinale Flächen ersetzt. Das Axenverhältnis, berechnet aus vielen Messungen mit dem zweikreisigen Goniometer, ergab:

$$a:b:c = 0,6554:1:0,3996; \beta = 117^{\circ}9'.$$

Aus den Messungen von Haidinger berechnete Hockauf (diese Zeitschr. 12, 240—254)  $a:b:c = 0,6554:1:0,7989$ .

Messungen mit dem einkreisigen Reflexionsgoniometer ergaben:

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0) = 60^{\circ}30'$		$60^{\circ}30'$
$(010):(120)$	40 36	40 36
$(010):(450)$	53 52	53 54
$(001):(110)$	60 40	60 47
$(001):(011)$	49 34	49 34
$(010):(021)$	53 40	54 35
$(001):(\bar{2}01)$	67 45	68 6
$(001):(\bar{1}11)$	—	44 57
$(001):(\bar{1}21)$	—	54 6

Die Krystalle sind durchsichtig, haben tiefrote Farbe und blaßgelben Strich. Sehr spröde, Härte 1,5—2 und spec. Gew. 2,075. Vollkommene Spaltbarkeit nach  $\{010\}$  und deutlich nach  $\{110\}$ .

Die Ebene der optischen Axen liegt senkrecht zu  $\{010\}$  und  $c:c$  ist ca.  $12^{\circ}$  im spitzen Winkel  $\beta$ . Doppelbrechung positiv. Für Natriumlicht waren approx.  $\alpha = 1,544$ ,  $\beta = 1,548$ ,  $\gamma = 1,572$ . Die Größe des optischen Axenwinkels, berechnet aus diesen Indices, ist  $2V_{Na} = 40^{\circ}54'$ ; gemessen wurde ungefähr  $40^{\circ}$ ;  $\rho > n$ . Die Krystalle zeigten starken Pleochroismus, indem  $c$  = orangerot,  $b$  = blaßrot,  $a$  = gelb. In Dünnschliffen sind  $a$  und  $b$  fast farblos und  $c$  orangegelb. Die Analyse ergab:

		Mol.-Verhältn.:
$Fe_2O_3$	19,51	0,122 =
$MgO$	9,35	0,239 = 2
$SO_3$	38,37	0,480 = 4
$H_2O$ bei $100^{\circ} C.$	19,53	32,28
$H_2O$ über $100^{\circ} C.$	12,75	
	99,51	1,793 = 15

Die Formel ist daher  $Fe_2O_3 \cdot 2MgO \cdot 4SO_3 + 15H_2O$  oder nach Cleve (diese Zeitschr. 28, 510)  $Mg(FeOH)(SO_4)_2 \cdot 7H_2O$ .

Ungefähr neun Moleküle des Krystallwassers wurden bei  $100^{\circ} C.$ , dreizehn bei  $270^{\circ}$  und der Rest bei  $300^{\circ}$  verloren. 20% des bei  $270^{\circ}$  ausgetriebenen Wassers wurden über Nacht wieder absorbiert und nach einigen Tagen wurde das Pulver ganz feucht.

Etwas gelbe Substanz begleitet die Krystalle, zuweilen als Überzug, welcher wahrscheinlich ein Umwandlungsproduct der Krystalle war.

Ref.: A. S. Eakle.

**52. W. T. Schaller** (in Washington, D. C.): **Spodumen von San Diego County, Californien** (Bull. Dep. Geol. Univ. Calif. 1903, 3, 265—275).

Der rosa oder lila gefärbte Spodumen von Pala, beschrieben von Kunz (s. Nr. 37 S. 195) und als »Kunzit« bekannt, wurde auch vom Verf. studiert. Ähnliche Krystalle finden sich auch in den San Jacinto-Gebirgen, vermutlich nicht weit von Cuahuilla, Riverside Co., Californien, ungefähr 24 Meilen von Pala.

Die Krystalle von Pala kommen in den Drusen eines 30 Fuß mächtigen Pegmatitganges in grobkörnigem Glimmergranit vor und sind wahrscheinlich später als die begleitenden edlen Turmaline entstanden. Die Krystalle sind meist große Prismen mit gerundeten Endflächen.

Die beobachteten Formen waren:  $b\{010\}$ ,  $a\{100\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $n\{130\}$ ,  $A\{350\}$ ,  $l\{320\}$  und vielleicht  $s\{121\}$  und  $p\{\bar{1}12\}$ .

Messungen mit dem zweikreisigen Goniometer ergaben:

	Gemessen:		Berechnet:	
	$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$b\{010\}$	$= 0^0 6'$	$90^0 0'$	$0^0 0'$	$90^0 0'$
$a\{100\}$	$90 0$	$90 0$	$90 0$	$90 0$
$m\{110\}$	$43 30$	$90 0$	$43 30$	$90 0$
$n\{130\}$	$17 6$	$90 0$	$17 33$	$90 0$
$A\{350\}$	$29 50$	$90 0$	$29 30$	$90 0$
$l\{320\}$	$55 4$	$90 0$	$54 54$	$90 0$
$s\{121\}$	$37 14$	$73 33$	$38 46$	$72 56$
$p\{\bar{1}12\}$	$21 5$	$31 57$	$20 5$	$34 4$

Die Form  $A$  ist neu und kam nur einmal vor.

Die Krystallflächen, ausgenommen diejenigen des Orthopinakoids, sind stark geätzt. Die Vertiefungen auf den Prismenflächen sind dreiseitig mit einer Basis und ihre Flächen liegen parallel den Formen  $\{320\}$ ,  $\{8.14.3\}$  oder  $\{351\}$ ,  $\{\bar{1}1.10.3\}$  und  $\{110\}$ ; auf dem Klinopinakoid sind sie rhombisch. Die Atzfiguren zeigen holoëdrische Symmetrie, aber keine Zwillinge. Das Mineral hat vollkommene Spaltbarkeit nach  $\{110\}$ ; spec. Gew. 3,189; Pleochroismus:  $a$  = magenta- oder amethystrot,  $b$  = blaßrosa,  $c$  = farblos. Das Brechungsvermögen, nur approximativ bestimmt, ergab sich:  $\alpha = 1,652$ ,  $\gamma = 1,679$ . Optische Orientierung:  $\alpha : c = + 25^0 24'$ .

Die Analyse dieses Spodumens ist in Columne I. gegeben, die zweite Columne enthält die Analyse eines ähnlich gefärbten Spodumens von Branchville, Conn. (diese Zeitschr. 5, 194).

	I.	II.
$SiO_2$	64,42	64,25
$Al_2O_3$	27,32	27,20
$Mn_2O_3$	0,15	—
$Li_2O$	7,20	7,62
$Na_2O$	0,39	0,39
$K_2O$	0,03	Spur
$Fe_2O_3$	Kein	0,20
$CaO$	—	—
$MgO$	—	—
$H_2O$	—	0,24
	99,51	99,90

Ein kleiner, blaßgrüner Krystall von Hiddenit, ca. 26 mm lang, 8 mm breit und 7 mm dick, wurde ebenfalls an dieser Localität gefunden.

Ref.: A. S. Eakle.

**53. H. V. Winchell** (in Butte, Mont.): **Synthese des Chalkosins und seine Genesis in Butte, Montana** (Bull. Geol. Soc. Amer. 1903, 14, 269—276).

Seit 1880 haben die Gruben bei Butte, Montana, ungefähr 1 250 000 Tonnen Kupfer producirt. Sie liefern jetzt ungefähr 200 000 000 Pfund jährlich und haben im Maximum eine Tiefe von 2200 Fuß erreicht. Hauptsächlich ist das Erz Chalkosin, doch kommen gewöhnlich auch Bornit und Enargit vor; Chalkopyrit und Covellin werden selten gefunden. Der Chalkosin ist offenbar das zuletzt entstandene Mineral; es kommt krystallisiert auf Pyrit, Quarz, Sphalerit und Enargit vor und füllt die Gesteinsspalten aus. Verf. ist der Meinung, daß der Chalkosin durch eine chemische Wechselwirkung zwischen schwefelsaurem Kupfer und den in der Tiefe auftretenden Sulfiden, wie Pyrit, entstanden ist. Experimente zeigten, daß durch Einwirkung von Pyrit oder Chalkopyrit auf  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{SO}_2$  erhalten wird, dieses etwas  $\text{CuSO}_4$  reducirt und  $\text{Cu}_2\text{S}$  niederschlägt. Die Reactionen sind vielleicht wie folgt:

1.  $\text{FeS}_2 + \text{H}_2\text{O} + 6\text{O} = \text{FeSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ,
2.  $2\text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Cu}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ ,
3.  $\text{FeS}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{S}$ ,
4.  $\text{Cu}_2\text{SO}_4 + \text{FeS}_2 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}_2\text{S} + \text{S}$ .

Ref.: A. S. Eakle.

**54. C. W. Dickson** (in New York): **Die Erzlagerstätten von Sudbury, Ontario** (Trans. Amer. Inst. Min. Eng. 1903, 34, 3—67).

Die Mineralien des Sudbury-Districts sind hauptsächlich Pyrrhotit und Chalkopyrit, doch finden sich auch Pentlandit, Millerit, Polydymit, Niccolit, Gersdorffit,

Mine:	Unlöslich:	Cu	Ni	Co	Ni in reinem Pyrrhotit:
1. Elsie	2,00	Spur	2,40	0,06	2,46
2. -	3,45	-	2,35	0,05	2,44
3. Stobie	1,50	-	3,00	0,08	3,05
4. -	4,00	-	2,05	0,05	2,15
5. Frood	0,40	-	2,35	0,05	2,40
6. -	5,00	-	2,34	0,06	2,48
7. Mount Nickel	2,20	-	3,00	0,07	3,06
8. Copper Cliff	1,10	-	3,24	0,06	3,30
9. -	5,00	-	3,70	0,08	4,00
10. -	0,50	-	3,47	0,08	3,50
11. Creighton	3,25	-	3,84	0,10	4,00
12. -	0,50	-	2,26	0,06	2,32
13. Gertrude	5,00	-	3,83	0,11	4,05
14. -	6,00	-	3,61	0,09	4,00
15. Victoria	0,50	-	3,36	0,07	3,40
16. -	0,40	-	3,14	0,08	3,20
17. Levack	3,20	-	2,80	—	2,88
18. North Range	4,10	-	2,22	—	2,32



Danait, Arsenopyrit, Pyrit, Markasit, Sperryolith, Galenit, gediegenes Kupfer und titanhaltiger Magnetit. Das Erz ist meistens eine Mischung von Pyrrhotit und Chalkopyrit, und der Gehalt an Nickel und Kobalt scheint sich bloß auf den Pyrrhotit zu beschränken. Die Bestimmungen des Ni- und Co-Gehaltes von möglichst reinem Pyrrhotit aus verschiedenen Minen dieses Districtes sind auf S. 202 unten angegeben.

Die Versuche der magnetischen Concentration des Pyrrhotits zeigten, daß das Nickel nur im nichtmagnetischen Teile des Erzes existiert und daher das Eisen des Pyrrhotits nicht ersetzt. Die Analysen dieses nichtmagnetischen Materials, vermutlich Pentlandit, aus verschiedenen Gruben: 1) Creighton, 2) Worthington, 3) Frood und 4) Copper Cliff s. diese Zeitschr. 1896, 25, 102 ergaben:

	1.	2.	3.	4.	Verhältnis ( $S = 4,0$ )		
					$S$	$Ni + Co$	$Fe$
Ni	34,82	33,70	34,98	34,23	4,00	0,589	0,518
Co	0,84	0,78	0,85	0,85	4,00	0,583	0,517
Fe	30,00	29,17	30,04	30,25	4,00	0,588	0,513
S	32,90	32,30	33,30	33,42	4,00	0,573	0,518

Das Verhältnis  $(Fe + Ni) : S$  ist  $= 44 : 10$ , daher die Formel für diesen Pentlandit  $(Fe + Ni)_{11}S_{10}$ , worin das Verhältnis  $Ni : Fe = 11 : 10$  und das von  $Ni : Co$  fast  $42 : 1$ .

Die Analysen des Pyrrhotits deuten auf die Formel  $Fe_5S_9$  hin.

Ref.: A. S. Eakle.

55. H. B. Patton (in Golden, Color.): Dolomit und Calcit von Ouray, Colorado (Proc. Color. Sci. Soc. 1903, 7, 105).

Eine sehr schöne Krystallisation von Calcit und Dolomit wurde in der Camp Bird Extension-Grube, nahe Ouray, Colorado, gefunden. Der Calcit erscheint aufgewachsen zuerst in stumpfen Rhomboëdern  $\{110\}$ , darüber in langen spitzen Skalenoëdern; die Oberfläche dieser Krystalle wurde später durch stumpfe Rhomboëder von rahmfärbigem Dolomit in paralleler Verwachsung bedeckt.

Ref.: A. S. Eakle.

56. W. P. Headden (in Denver, Color.: Mineralogische Notizen Ebenda 444—450).

Krystallisiertes Tellur mit vollkommener Spaltbarkeit kommt in der Goodhope-Mine, Gunnison County, Colorado, vor, begleitet von Pyrit, Arsenopyrit und Tellurit. Die Analyse ergab:  $Te$  99,45,  $Fe$  0,11,  $Se$  0,40; Summe 99,96.

Tellurit findet sich als weißer Beschlag auf Tellur und auch als bräunlichgelbes Pulver und in Krystallen. Die Analyse ergab:

		Ber. für $TeO_2$
Unlöslich	4,04	—
$Bi_2O_3$	— Spur	—
$Fe_2O_3$	0,70	—
Te	78,68	80,07
O (Diff.)	(19,58)	19,93
	100,00	100,00

Cuprodescloizit findet sich in Calcit von Nogales, Arizona. Das Mineral ist faserig und hat kastanienbraune Farbe und orangegelben Strich. Spec. Gew. 6,476.

Zusammensetzung:	$V_2O_5$	49,01	
	$As_2O_5$	3,84	
	$PbO$	52,95	
	$CuO$	8,54	
	$ZnO$	12,45	
	$Fe_2O_3$	0,20	
	$MnO$	Spur	
	$H_2O$	2,65	
	Unlöslich	0,35	
		99,96	Ref.: A. S. Eakle.

57. W. T. Schaller (in Washington, D. C.): Mineralien von Leona Heights, Alameda County, Californien Bull. Dept. Geol. Univ. Cal. 1903, 3, 191—217.

Eine Schwefelkiesgrube bei Leona Heights nahe Oakland, Cal., enthält interessante zersetzte Sulfate. Außer Pyrit kommen Chalkopyrit, gediegen Kupfer, Melantherit, Pisanit, Chalkanthit, Copiapit, Epsomit, Hämatit, Limonit, Alunogen (?) und ein neues Mineral Boothit vor. Gute Krystalle von Pyrit zeigen die Formen:  $a\{100\}$ ,  $d\{110\}$ ,  $\delta\{340\}$ ,  $e\{120\}$ ,  $h\{140\}$ ,  $o\{111\}$ ,  $w\{252\}$ ,  $n\{121\}$ ,  $t\{244\}$ ,  $s\{234\}$ .

Chalkopyrit kommt nur im Pyrit als Beimengung vor.

Gediegen Kupfer findet sich in baumartigen Gruppen.

Die Krystalle von Melantherit zeigen folgende fünfzehn Formen:  $c\{004\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $w\{103\}$ ,  $r\{104\}$ ,  $o\{014\}$ ,  $r\{111\}$ ,  $\sigma\{121\}$ ; neue Formen:  $l\{120\}$ ,  $d\{102\}$ ,  $k\{203\}$ ,  $x\{302\}$ ,  $q\{204\}$ ,  $j\{904\}$ ,  $B\{332\}$ .

Messungen mit dem zweikreisigen Goniometer ergaben:

	Gemessen:		Berechnet:	
	$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$c\{004\}$	89° 59'	14° 14'	90° 0'	14° 16'
$b\{010\}$	0 0	90 0	0 0	90 0
$m\{110\}$	41 6	"	41 6	"
$l\{120\}$	24 44	"	23 34	"
$w\{103\}$	89 59	35 4	90 0	35 6
$d\{102\}$	90 45	42 27	"	42 50
$k\{203\}$	"	48 44	"	49 2
$v\{104\}$	89 49	58 22	"	58 0
$x\{302\}$	90 45	63 18	"	66 45
$q\{204\}$	"	71 28	"	71 22
	Gemessen:		Berechnet:	
	$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$j\{904\}$	90° 45'	73° 0'	90° 0'	73° 3'
$o\{014\}$	9 22	57 18	9 24	57 24
$\sigma\{121\}$	49 43	73 26	49 29	73 0

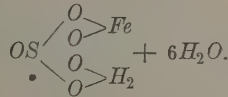
Die Messungen der beiden Formen  $r\{111\}$  und  $B\{332\}$  in der Zone  $cm$  ergaben:

	Gemessen:	Berechnet:
$c:r = (004):(111)$	55° 55'	55° 59'
$c:B = (004):(332)$	63 43	63 43

Das Mineral ist farblos bis blaßgrün. Spaltbarkeit vollkommen nach der Basis. Positiv.  $a = c$ . Die Analyse ergab:

		Berechnet:
$FeO$	28,4	25,9
$SO_3$	31,2	28,8
$H_2O$	42,0	45,3
	101,3	100,0

$\frac{6}{7}$  des Wassers wurden bei  $110^0$  verloren und  $\frac{1}{7}$  über  $300^0$ , daher ist die Structurformel vielleicht



Pisanit ist sehr verbreitet. Siebenzehn Formen wurden beobachtet, von welchen zehn neu waren:  $c\{001\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $n\{110\}$ ,  $w\{103\}$ ,  $t\{104\}$ ,  $o\{011\}$ ,  $\pi\{112\}$ ; neue Formen:  $a\{100\}$ ,  $h\{210\}$ ,  $f\{320\}$ ,  $l\{120\}$ ,  $v\{104\}$ ,  $q\{203\}$ ,  $r\{111\}$ ,  $E\{335\}$ ,  $D\{221\}$ ,  $\sigma\{121\}$ .

Die Messungen mit dem zweikreisigen Goniometer ergaben:

	Gemessen:		Berechnet:	
	$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$c\{001\}$	$90^0 0'$	$15^0 11'$	$90^0 0'$	$15^0 11'$
$b\{010\}$	0 2	90 0	0 0	90 0
$a\{100\}$	89 32	»	90 0	90 0
$h\{210\}$	60 25	»	60 37	»
$f\{320\}$	53 26	»	53 6	»
$m\{110\}$	41 36	»	41 36	»
$l\{120\}$	23 45	»	23 56	»
$w\{103\}$	90 0	36 0	90 0	35 48
$v\{104\}$	90 2	58 12	90 0	58 19
$q\{203\}$	90 3	15 0	90 0	15 1
$t\{104\}$	90 2	47 13	90 0	47 9
$o\{011\}$	10 28	57 3	10 7	57 4
$r\{111\}$	46 43	65 35	46 50	65 46

	Gemessen:		Berechnet:	
	$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$\pi\{112\}$	$27^0 22'$	$40^0 21'$	$27^0 57'$	$40^0 42'$
$E\{335\}$	30 28	46 28	30 33	46 38
$D\{221\}$	39 4	75 25	38 37	75 35
$\sigma\{121\}$	19 40	72 25	19 32	72 46

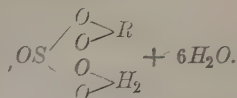
Optisch positiv,  $a = c$ . Optische Axenebene  $\{010\}$ . Härte 2,5. Spec. Gew. 4,8—4,9. Die Analysen ergaben:

	Minus Unlös.:		Mol.-Verb.:	Berechnet für $CuO, FeO, 2SO_3 + 14H_2O$
$CuO$	43,39	15,73	1,11	44,11
$FeO$	10,48	12,31	0,97	12,75
$SO_3$	24,02	28,21	2,00	28,40
$H_2O$	38,44	45 14	14,23	44,74
Unlös.	14,85	—	—	—
	101,18	101,39		100,00

Wasserverlust:

$H_2O$ bei $440^0$	33,58	Verhältn.: 6,44
$H_2O$ über $200^0$	4,86	0,89

Die Formel ist vielleicht wie Melanterit:



Boothit, ein neues Kupfersulfat, nach Eduard Booth genannt, wurde in zwei Krystallen gefunden.

Monoklin.  $a:b:c = 4,4622:1:4,5000$ ;  $\beta = 105^0 36'$ .

Beob. Formen:  $c\{004\}$ ,  $a\{400\}$ ,  $m\{440\}$ ,  $t\{404\}$ ,  $z\{304\}$ ,  $\pi\{412\}$ ,  $e\{444\}$ ,  $\sigma\{424\}$ . Die Messungen ergaben:

	Gemessen:		Berechnet:	
	$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$c\{004\}$	$90^0 0'$	$45^0 36'$	$90^0 0'$	$45^0 36'$
$a\{400\}$	"	$90 0$	"	$90 0$
$m\{440\}$	$41 40$	"	$41 47$	"
$t\{404\}$	$90 1$	$46 20$	$90 0$	$45 37$
$z\{304\}$	$89 54$	$74 39$	"	$74 29$
$\pi\{412\}$	$27 29$	$41 17$	$27 34$	$40 43$
$e\{444\}$	$34 35$	$64 25$	$35 16$	$64 26$
$\sigma\{424\}$	$49 46$	$72 49$	$49 28$	$72 33$

Spaltbarkeit vollkommen nach der Basis. Optische Axenebene (010).

Doppelbrechung vermutlich positiv. Härte 2—2,5, spec. Gew. ca. 2,1. Farbe blau wie Chalkanthit. Löslich in kaltem Wasser.

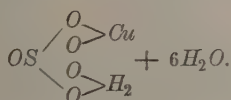
Die Analyse von faserigem Material ergab:

		Minus Unlös.:	Verhältn.:	Berechnet auf %
<i>CuO</i>	26,80	27,83	4,00	27,85
<i>FeO</i>	Spur	—	—	—
<i>MgO</i>				
<i>SO<sub>3</sub></i>	27,32	28,37	4,00	28,02
<i>H<sub>2</sub>O</i> (105°)	35,29	36,64	5,80	37,83
<i>H<sub>2</sub>O</i> (über 105°)	7,14	7,42	4,19	6,30
Unlöslich	3,70	—	—	—
	100,25	100,26		100,00

Eine zweite Analyse von dichtem Material ergab:

		Minus Unlös.:	Verhältn.:	Berechnet auf %
<i>CuO</i>	27,52	28,53	4,00	27,85
<i>FeO</i>	0,27	0,28	—	—
<i>MgO</i>	Spur	—	—	—
<i>SO<sub>3</sub></i>	27,63	28,65	4,00	28,02
<i>H<sub>2</sub>O</i>	42,21	43,76	6,78	44,13
Unlöslich	3,54	—	—	—
	104,17	104,22		100,00

Das Verhältnis  $CuO:SO_3:H_2O = 1:1:7$ ;  $\frac{6}{7}$  des Wassers oder 6 Moleküle wurden bei  $103^0$  ausgetrieben, daher ist die Formel vielleicht  $CuSO_4 \cdot H_2O + 6H_2O$  oder



Die drei Mineralien Melanterit, Pisanit und Boothit sind isomorph, mit der allgemeinen Formel  $RSO_4 \cdot H_2O + 6H_2O$ .

	$\alpha$	$c$	$\beta$
Melanterit	1,1828	1,5427	104 <sup>0</sup> 16'
Pisanit	1,1670	1,5195	104 30
Boothit	1,1622	1,5000	105 36

Chalkanthit ist ebenfalls verbreitet. Die beobachteten Formen sind:  $c\{001\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $a\{100\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $l\{120\}$  neu,  $M\{1\bar{1}0\}$ ,  $h\{1\bar{2}0\}$ ,  $v\{011\}$ ,  $q\{0\bar{2}1\}$ ,  $w\{0\bar{3}1\}$ ,  $p\{101\}$ ,  $s\{111\}$ ,  $x\{1\bar{3}1\}$ ,  $g\{1\bar{4}1\}$  neu.

Die Messungen ergaben:

	Gemessen:		Berechnet:	
	$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$c\{001\}$	31 <sup>0</sup> 57'	29 <sup>0</sup> 59'	31 <sup>0</sup> 54'	29 <sup>0</sup> 46'
$b\{010\}$	0 0	90 0	0 0	90 0
$a\{100\}$	79 46	>	79 49	>
$m\{110\}$	53 3	>	53 3	>
$l\{120\}$	37 10	90 0	37 14	90 0
$M\{1\bar{1}0\}$	110 34	>	110 33	>
$h\{1\bar{2}0\}$	133 11	>	133 11	>
$v\{011\}$	16 45	47 55	15 56	47 45
$q\{0\bar{2}1\}$	154 48	35 24	155 24	35 59
$w\{0\bar{3}1\}$	165 52	51 25	166 13	51 47
$p\{101\}$	67 2	37 30	67 39	37 41
$s\{111\}$	39 8	48 46	39 30	48 19
$x\{1\bar{3}1\}$	153 27	56 29	153 22	57 54
$g\{1\bar{4}1\}$	140 36	64 32	140 45	64 23

Die beiden neuen Formen  $\{120\}$  und  $\{1\bar{4}1\}$  kamen nur einmal an den sieben gemessenen Krystallen vor. Zwei Ausbildungsarten sind vorhanden, nämlich tafelförmig nach  $p\{101\}$  und prismatisch. Eine Analyse ergab:

$CuO$	31,44
$FeO$	kein
$MgO$	Spur
$SO_3$	32,06
$H_2O$ bei $110^0$	28,20
$H_2O$ über $110^0$	7,50
Unlöslich	0,81
	99,71

Copiapit ist ebenfalls sehr gewöhnlich in gelben Platten. Die Analyse ergab:



		Verhältn.:	
$Fe_2O_3$	25,04	15,65	} = 2,0
$Al_2O_3$	0,34	0,30	
$FeO$	0,44	0,61	
$MgO$	0,29	0,73	
$SO_3$	38,36	47,95	= 5,5
$H_2O$	29,74	165,06	= 19,4
Unlöslich	5,43		
	99,58		

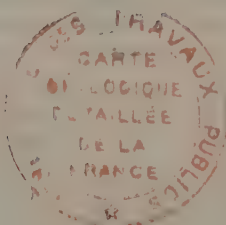
Der Wasserverlust war

$H_2O$ bei 110°	20,25
150	3,40
200	2,26
260	1,77
über 226	2,33
	29,74

Epsomit ergab die Zusammensetzung:

		Minus Unlös.:	Ber. auf %
$MgO$	12,4	14,8	16,3
$SO_3$	26,5	31,7	32,5
$H_2O$ bei 110°	34,1	40,8	} 51,2
$H_2O$ über 110°	10,2	12,2	
Unlöslich	16,3	—	—
$Al_2O_3$	Spur	Spur	—
$FeO$ }	kein	—	—
$CuO$ }			
	99,5	99,5	100,0

Ref.: A. S. Eakle.





# XIII. Beiträge zur Kenntnis der chemischen Constitution und der Genese der natürlichen Eisensulfate. V.

Von

Rudolf Scharizer in Czernowitz.

## 8. Die Synthese der Natriumferrisulfate.

### Inhalt:

§ 27. Die stöchiometrische Constitution der Natriumferrisulfate.

#### A. Der Ferrinatrit<sup>1)</sup>.

§ 28. Die Synthese des Ferrinatrites.

§ 29. Die krystallographischen und optischen Eigenschaften des künstlichen Ferrinatrites.

#### B. Der Sideronatrit.

§ 30. Die Synthese des Sideronatrites.

§ 31. Der Einfluß des Schwefelsäuregehaltes der Mutterlauge auf die Bildung von Sideronatrit bzw. Ferrinatrit.

§ 32. Die Umwandlung des Sideronatrites in Ferrinatrit.

§ 33. Die Umwandlung des Ferrinatrites in Sideronatrit.

§ 34. Der künstliche Sideronatrit.

§ 35. Ergebnisse und Folgerungen.

§ 27. Die stöchiometrische Constitution der Natriumferrisulfate. Der Ferrinatrit, ein Natriumferrisulfat von grünlichweißer Farbe, wurde im Jahre 1889 von Makintosh<sup>2)</sup> an Eisensulfatstufen

1) Der von Makintosh eingeführte Name »Ferronatrit« ist wegen der Bedeutung, die man in der Chemie mit der Bezeichnung »Ferro« verbindet, recht schlecht gewählt. Diesem Irrtume ist es zuzuschreiben, daß Zeißl im 4. Bande des Lehrbuches der Chemie von Dammer S. 763 den Ferrinatrit zu den Ferrosalzen stellt. Richtig allein ist der Ausdruck Ferrinatrit, der in der Literatur eingeführt werden sollte.

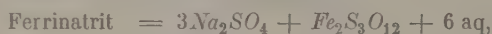
2) Amer. Journ. Sc. 38, 242—243; diese Zeitschr. 18, 672.

aus Chili entdeckt. Makintosh fand, daß diesem Minerale die Formel  $Na_6Fe_2S_6O_{24} + 6 \text{ aq}$  zukomme. Die späteren Untersuchungen desselben Minerals von Genth<sup>1)</sup> und Frenzel<sup>2)</sup> bestätigten diese Formel vollkommen.

Der orangegelbe Sideronatriit sollte nach der von Raimondi<sup>3)</sup> veröffentlichten Analyse die Formel  $Na_2Fe_2S_3O_{13} + 6 \text{ aq}$  besitzen. Doch haben Frenzel<sup>4)</sup> und Genth<sup>5)</sup> übereinstimmend gezeigt, daß die Formel dieses Minerals  $Na_4Fe_2S_4O_{17} + 7 \text{ aq}$  sei.

Verwandt mit dem Sideronatriit ist auch Frenzels Urusit, dessen Formel  $Na_4Fe_2S_4O_{17} + 8 \text{ aq}$  sein soll<sup>6)</sup>.

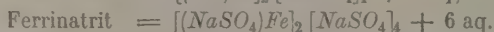
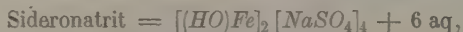
In manchen Lehrbüchern<sup>7)</sup> werden die Formeln der beiden genannten Natriumferrisulfate wie folgt geschrieben:



Demnach wäre der Ferrinatriit ein Doppelsalz des Natriumsulfates und des normalen Ferrisulfates, der Sideronatriit ein Doppelsalz des Natriumsulfates mit dem basischen Ferrisulfat, das auch selbständig im Amarantit mit der Formel  $Fe_2S_2O_9 + 7 \text{ aq}$  auftritt.

Wenn man aber die Formeln beider Salze  $Na_6Fe_2S_6O_{24} + 6 \text{ aq}$  und  $Na_4Fe_2S_4O_{17} + 7 \text{ aq}$  schreibt, so fällt sofort auf, daß in beiden Salzen das Verhältnis von  $Na_2O : SO_3 = 1 : 2$  ist, und daß der Abgang des einen Moleküls  $Na_2SO_4$  im Sideronatriit durch ein Plus von einem Molekül  $H_2O$  ausgeglichen wird.

Es scheint mir daher, daß man der wahren Constitution dieser Salze näher kommt, wenn man dieselben ebenso wie den Römerit vom sauren Ferrisulfat  $[(HO)Fe]_2[HSO_4]_4 + 6 \text{ aq}$  ableitet, in dem beim Sideronatriit die vier Atomgruppen  $HSO_4$  durch die vier gleichwertigen Atomgruppen  $NaSO_4$  ersetzt werden, während beim Ferrinatriit außer dieser Ersetzung auch noch ein Ersatz des Hydroxyls der Atomgruppe  $(HO)Fe$  durch das ebenfalls einwertige Radical  $NaSO_4$  Platz gegriffen hat. Dieser Auffassung gemäß müßten die Formeln der beiden Mineralien folgendermaßen geschrieben werden:



Die Constitutionsformeln wären dann unter Zugrundelegung der schon früher<sup>8)</sup> mitgeteilten Constitutionsformeln des sauren Ferrisulfates:

1) Diese Zeitschr. **18**, 589.      2) Ebenda **18**, 595.      3) Ebenda **6**, 633.

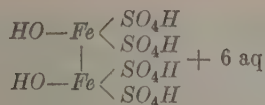
4) Tschermaks min.-petr. Mitt. **11**, 243; diese Zeitschr. **21**, 482.

5) Diese Zeitschr. **18**, 588.

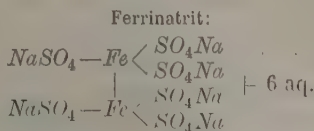
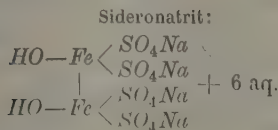
6) Tschermaks min.-petr. Mitt. **2**, 433; diese Zeitschr. **5**, 282.

7) Dana, System of mineralogy 6. Ed. p. 959 und 973.

8) Diese Zeitschr. **35**, 355.



die nachstehenden:



### A. Der Ferrinatrit.

§ 28. Die Synthese des Ferrinatrites. Wenn diese theoretische Betrachtung richtig ist, so muß der Ferrinatrit ebenso wie der Römerit dadurch hergestellt werden können, daß man saures Ferrisulfat und saures Natriumsulfat trocken gemischt in feuchter Atmosphäre aufeinander einwirken läßt. Wenn dies geschieht, so bildet sich in relativ kurzer Zeit ein grünlichweißes Salz. Dasselbe wurde, um die überschüssige Schwefelsäure<sup>1)</sup> und etwa vorhandenes überschüssiges Natriumsulfat zu entfernen — soweit dieselben nicht schon durch die während des Prozesses abtropfende Flüssigkeit entfernt wurden —, mit Wasser gewaschen und hierauf längere Zeit dem trocknenden Einfluß der Luft ausgesetzt.

Die lufttrockne Substanz enthält:

$\text{Fe}_2\text{O}_3$	47,48 %	Mol.-Quot. = 0,4074
$\text{SO}_3$	50,65	0,6334
$\text{Na}_2\text{O}$	19,64	0,3464
$\text{H}_2\text{O}$	12,24	0,6800
	<hr/>	
	99,74	

die Substanz verlor:

a) an freier Luft durch 9 Tage	0,38 %	} 12,24 %
beim Glühen mit $\text{PbO}$	11,86	
b) im Exsiccator durch 3 Tage	0,53	} 11,93
bei 60° C.	0,37	
- 400° C.	11,03	

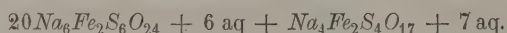
Wie die mitgeteilten Versuche zeigen, entweicht fast der ganze Wassergehalt bei 100° C. Das Molekularverhältnis von  $\text{Na}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O} : \text{SO}_3 : \text{H}_2\text{O}$

1) Wenn sich  $6\text{HNaSO}_4$  und  $\{ \text{HO} \} \text{Fe}_2 \{ \text{HSO}_4 \}_4$  + 6 aq zu  $\text{Na}_6\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_6$  + 6 aq verbinden, werden nebst  $2\text{HO}$  auch  $4\text{H}_2\text{SO}_4$  frei.

Verwendet man statt  $6\text{HNaSO}_4$  3 Glaubersalz:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  + 40 aq, so wird  $\text{H}_2\text{SO}_4$  +  $32\text{H}_2\text{O}$  frei, und die große Menge überschüssigen Wassers bewirkt, daß sich schon während des Zusammenmischens der trocknen Substanz das Gemenge in einen dickflüssigen Brei umwandelt.

ist hier 2,95 : 4 : 5,90 : 6,32. Diese Zahlen entsprechen nicht ganz genau der Formel des Ferrinatrites. Wohl ist  $Na_2O : SO_3$  ganz genau gleich 4 : 2, wie es die Natriumferrisulfate verlangen, aber der Gehalt von  $Fe_2O_3$  und  $H_2O$  ist größer als die Theorie für Ferrinatrit verlangt. Diese Zahlen deuten vielmehr darauf hin, daß dem Ferrinatrit etwas von dem eisen- und wasserreicheren Sideronatrit beigemischt sei, wofür auch der Umstand spricht, daß beim Trocknen des gewaschenen Salzes vereinzelt orangefarbene Partien sichtbar wurden.

Rechnet man nun alles Wasser, welches im Exsiccator entweicht, als hygroskopisches Wasser ab (d. h. 300 Mol.), so findet die chemische Zusammensetzung des so erhaltenen Präparates durch nachstehende Formel ihren Ausdruck:



Dieser Formel entspricht folgende molekulare Austeilung der einzelnen Bestandteile:

	$Na_2O$	$Fe_2O_3$	$SO_3$	$H_2O$
20 Ferrinatrit	3060	1020	6120	6120
4 Sideronatrit	102	54	204	357
Berechnet	3462	1074	6324	6477
Beobachtet	3464	1074	6339	6500
Differenz in Procenten	+0,01	+0,05	+0,06	+0,04

Nachdem durch diesen Vorversuch der Weg für die Synthese des Ferrinatrites vorgezeichnet war, wurde an die Herstellung größerer Mengen dieser Verbindung gegangen. Zu diesem Behufe wurde in einem Erlenmeyerschen Kolben, dessen Boden abgesprengt und dessen Hals mit Glaswolle leicht verstopft worden war, das trockne Gemenge von saurem Ferrisulfat und saurem Natriumsulfat eingetragen, der Kolben wie ein Trichter in ein leeres Becherglas gesteckt und dies neben Wasser unter eine Glasglocke gestellt. Wie bei der Römeritsynthese wurde das Gemenge bald feucht und nach mehreren Wochen begann sich im Becherglase eine braungelbe Flüssigkeit anzusammeln, die vom Salzgemenge abgetropft war.

Diese Lösung enthielt in 2 cm<sup>3</sup>:

$Fe_2O_3$	0,0026 g, Mol.-Quot. =	0,000016
$SO_3$	0,7688	0,009610
$Na_2O$	0,0994	0,001607
	<u>0,8708</u>	

Es waren somit relativ geringe Mengen des Eisensalzes, dafür aber um so größere Mengen von Natriumsulfat und ungebundener Schwefelsäure (ca.  $\frac{2}{3}$  der Gesamtschwefelsäure) in der Lösung enthalten.

Nach einem Vierteljahre war die Substanz unter der Glasglocke hergenommen und gegen Staubfall geschützt dem trocknenden Einfluß der



atmosphärischen Luft ausgesetzt worden. Ungefähr ein halbes Jahr nach Beginn des Versuches wurde das noch immer feuchte Salz analysiert. Es enthielt:

$Fe_2O_3$	8,47 %	Mol.-Quot. = 0,0529
$SO_3$	44,61	0,5576
$Na_2O_3$	41,74	0,1890
$H_2O$	35,18	als Analysenverlust

Aus den Molekularquotienten ergibt sich, daß, wie nachstehende Aufteilung zeigt, neben etwas saurem Natriumsulfat noch immer bedeutende Mengen — ca.  $\frac{1}{3}$  der Gesamtmenge — ungebundener Schwefelsäure dem Ferrinatrit beigemengt waren.

	Ferrinatrit:	$HNaSO_4$	$SO_3$
$Fe_2O_3$	529	—	—
$SO_3$	3174	606	1796
$Na_2O$	1587	303	—

In Procenten ausgedrückt waren enthalten:

Ferrinatrit	49,42
$HNaSO_4$	7,32
$H_2SO_4$	17,60
Wasser	25,66
	<hr/> 100,00

Um nun den Ferrinatrit rein zu erhalten, wurde derselbe zweimal mit wenig Wasser gewaschen. Das erste Waschwasser enthielt in 1 cm<sup>3</sup>:

		davon entfallen auf Ferrinatrit:	saures Natriumsulfat:	ungebundene Schwefelsäure:
$Fe_2O_3$	0,0046 g	0,0046 g	—	—
$SO_3$	0,0596	0,0138	0,0406 g	0,0352 g
$Na_2O$	0,0095	0,0054	0,0044	—
	0,0737 g	0,0238 g	0,0447 g	0,0352 g

Das zweite Waschwasser enthielt im cm<sup>3</sup>:

		davon entfallen auf Ferrinatrit:	saures Natriumsulfat:	ungebundene Schwefelsäure:
$Fe_2O_3$	0,0165 g	0,0165 g	—	—
$SO_3$	0,1290	0,0495	0,0206 g	0,0589 g
$Na_2O$	0,0272	0,0192	0,0080	—
	0,1727 g	0,0852 g	0,0286 g	0,0589 g

Das relative Gewichtsverhältnis dieser drei Verbindungen (wasserfrei gedacht) ist:

im Waschwasser I:	4,62 : 4 : 2,39,
— — — II:	2,97 : 4 : 2,06.

Ein Vergleich der beiden Waschwasser zeigt, daß im Waschwasser II ungleich mehr Ferrinatrit gelöst ist, als im Waschwasser I. Es wird somit durch fortgesetztes Waschen mit Wasser der gewünschte Erfolg deshalb nicht erreicht, weil der Ferrinatrit im Wasser und besonders im sauren Wasser nicht absolut unlöslich ist. Durch längeres Waschen wird nur die Ausbeute an Ferrinatrit sehr herabgesetzt. Es wurde daher das Waschen mit Wasser eingestellt und an Stelle des Wassers weiterhin absoluter Alkohol verwendet, da sich gezeigt hatte, daß Ferrinatrit in dieser Flüssigkeit unlöslich, das Natriumsulfat dagegen darin löslich sei. Das Waschen mit Alkohol wurde so lange fortgesetzt, bis die abgetropfte Flüssigkeit keine Reaction auf Schwefelsäure mehr gab.

Das so gereinigte Präparat hatte im lufttrocknen Zustande folgende Zusammensetzung:

$Fe_2O_3$	46,94 %	Mol.-Quot. = 0,406
$SO_3$	51,29	0,644
$Na_2O$	20,06	0,323
$H_2O$	44,50 <sup>1)</sup>	0,639
	99,76	

Das Molekularverhältnis von  $Na_2O : Fe_2O_3 : SO_3 : H_2O = 3,05 : 4 : 6,05 : 6,03$  also fast genau jenes, welches der Formel des Ferrinatrites entspricht.

Das Wasser entweicht, wie nachstehende Zahlen beweisen, fast vollständig bei 400° C.

Gewichtsverlust im Exsiccator	0,04 %
bei 70°	—
- 400	40,94
- 445	0,43
- 200	0,44
	44,52

Demnach würde nur Krystallwasser vorliegen. Das stünde auch mit der früher mitgetheilten Formel im Einklange. Aber gerade hierin ergibt sich eine Differenz zwischen meinen Beobachtungen und jenen Makintoshs einerseits und denen von Frenzel und Genth andererseits. Während Makintosh angibt, daß der Ferrinatrit bei 400° C.  $5\frac{1}{2}$  Moleküle Wasser verliere, konnten Genth und Frenzel bei dieser Temperatur nur einen Gewichtsverlust von 0,28 % feststellen. Da mir leider kein natürlicher Ferrinatrit zur Verfügung stand, war ich nicht in der Lage, die Angaben der genannten Autoren zu prüfen.

§ 29. Die krystallographischen und optischen Eigenschaften

1) Durch Glühen mit  $PbO$  bestimmt.

des künstlichen Ferrinatrites. Die krystallographischen Eigenschaften des natürlichen Ferrinatrites sind von Arzruni<sup>1)</sup> und Penfield<sup>2)</sup> erforscht worden. Beide Forscher reihen das Mineral in das hexagonale Krystall-system ein, doch glaubt Arzruni für den Ferrinatrit die rhomboëdrische Hemiëdrie annehmen zu sollen. Nach Penfield sind die Krystalle optisch einaxig und positiv.

Der künstliche Ferrinatrit besteht aus mikroskopischen Nadelchen von rechteckiger Gestalt, die meistens zu warzenförmigen Aggregaten verbunden sind. Nur in zwei Fällen konnten größere Individuen beobachtet werden. Dieselben besaßen in dem einen Falle die Gestalt einer gedrun-genen sechseitigen Säule mit basischer Endigung, im anderen Falle waren dieselben etwas schlanker und ließen die an den Calcit erinnernde Flächen-combination  $\{2\bar{1}1\}$  und  $\{110\}$  erkennen. Bei einzelnen trat noch die dreieckige Basisfläche dazu. Da annähernde Messungen unter dem Mikroskope für den Winkel der drei durch die Polkanten des Rhomboëders angedeu-teten Symmetrieebenen den Wert von  $120^\circ$  ergaben, dürfte wohl die krystallographische Identität des künstlichen und natürlichen Ferrinatrites zweifellos festgestellt sein.

Dazu kommt noch, daß auch beim künstlichen Ferrinatrit die Extinc-tionsmaxima parallel und senkrecht zur Längsdimension der Nadelchen waren und daß auch hier die Längsaxe zugleich die kleinste optische Elasticitätsaxe war.

### B. Der Sideronatrit.

§ 30. Die Synthese des Sideronatrites. a) Die Auffassung, der Sideronatrit sei eine Verbindung von der stöchiometrischen Constitution  $2Na_2SO_4 + Fe_2SO_9 + 7 aq$ , legte unmittelbar nachfolgende Synthese dieser Verbindung nahe. Durch Eintragen von festem Natriumcarbonat in eine möglichst concentrirte Lösung von saurem Ferrisulfat sollten Natriumsulfat und  $Fe_2S_2O_9$  neben einander in der Lösung erzeugt und durch Abdunsten dieser Lösung obiges Salz erhalten werden.

Doch gerade so wie eine Ferrisulfatlösung, die durch Wasserstoffsupper-oxyd oxydiert worden war, zerfiel auch diese anfangs klare Lösung und schied unlösliches basisches Ferrisulfat aus. Dieser Niederschlag löste sich beim Verdunsten der Lösung an freier Luft allmählich wieder auf und als die Lösung zu einer lichtgelben Kruste eintrocknete, war das ausge-schiedene basische Eisenoxysulfat fast vollständig verschwunden.

Die chemische Zusammensetzung dieser anscheinend homogenen Kruste war:

1) Diese Zeitschr. 18, 594.

2) Ebenda 18, 589.

	I.	II.	III.	Mittel:	Mol.-Quot.:
$Fe_2O_3$	22,85	23,10	—	22,97	0,1436
$SO_3$	44,03	44,50	—	44,28	0,5535
$Na_2O$	15,31	15,06	—	15,19	0,2446
$H_2O$	—	—	17,04	17,04	0,9450
				99,45	

Diese Analyse führt nicht zur einfachen Formel des Sideronatrites, denn  $Na_2O : Fe_2O_3 : SO_3 : H_2O = 1,70 : 4 : 3,85 : 6,58$ . Es zeigte sich auch später, daß die gelbe Kruste nicht homogen war, denn es bildeten sich im Laufe mehrerer Monate auf derselben weiße, bis stecknadelkopf-große Knötchen, die sich unter dem Mikroskope als ein Aggregat winziger teils säulenförmiger, teils rhomboëdrischer (?) Krystalle entpuppten. Farbe und optisches Verhalten wiesen auf Ferrinatrit hin, ebenso die absolute Unlöslichkeit in Alkohol. Die gelbe Substanz war gleichfalls doppeltbrechend. Doch war eine deutliche krystallographische Begrenzung nirgends zu beobachten und es war daher unmöglich, diese Substanz mit dem Sideronatrit zu identifizieren.

Die bei diesem Versuche beobachtete Erscheinung der Auflösung eines Niederschlages von basischem Ferrisulfat durch die sich concentrierende Lösung von Ferrisulfat erinnert an eine schon früher<sup>1)</sup> beschriebene Tatsache. Hier sei nur noch erwähnt, daß nicht nur Ferrisulfatlösungen Eisenhydroxyd aufzulösen vermögen, sondern daß dieselbe Eigenschaft auch Lösungen von saurem Natriumsulfat — nicht aber solchen von normalem Natriumsulfat zukommt.

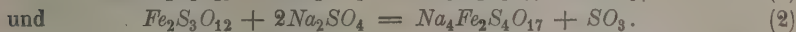
b) Das nicht völlig befriedigende Ergebnis des vorigen Versuches veranlaßte mich, die Synthese des Sideronatrites auf einem anderen Wege anzustreben.

In eine möglichst concentrirte Lösung von saurem Ferrisulfat wurde normales oder saures Natriumsulfat in Stücken eingetragen. Aus der so erzeugten Lösung krystallisierte nun beim langsamen Verdunsten an der Luft stets ein orangegelbes Pulver aus, welches in der Farbe mit Sideronatrit viel Ähnlichkeit hatte. Wenn aber die auskrystallisierte Substanz nicht aus der Mutterlauge entfernt, sondern die Einengung fortgesetzt wurde, so begann bei einer gewissen Concentration der Lösung das gelbe Salz langsam eine weiße Farbe anzunehmen. Es wandelte sich der Sideronatrit in Ferrinatrit um.

Diese Erscheinung wird leicht verständlich, wenn man den Prozeß stöchiometrisch darzustellen versucht. Wenn sich aus einer Lösung, die  $Fe_2S_4O_{15}$  und  $Na_2SO_4$  oder  $Fe_2S_3O_{12}$  und  $Na_2SO_4$  in einem molekularen Verhältnis, welches dem Verhältnis  $Na : Fe = 2 : 1$  im Sideronatrit

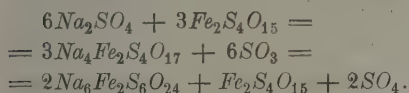
1) Diese Zeitschr. 33, 339.

entspricht, enthält, Sideronatrit wirklich ausscheidet, so geschieht dies nach den Gleichungen:

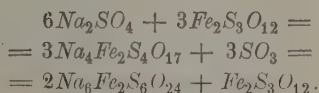


In beiden Fällen bildet sich also in der Lösung ungebundene Schwefelsäure. Die relative Menge derselben wird bei zunehmender Einengung der Lösung naturgemäß stetig zunehmen. Wenn nun der Gehalt der Lösung an ungebundener Schwefelsäure eine gewisse Grenze übersteigt, so ist der Sideronatrit nicht mehr bestandfähig, sondern er wandelt sich in Ferrinatrit um. Dies geschieht allem Anscheine nach unter gleichzeitiger Abspaltung von Ferrioxyd, das sich dann mit der vorhandenen Schwefelsäure zu Ferrisulfat verbindet. Stöchiometrisch stellt sich der Vorgang folgendermaßen dar:

I.



II.



§ 34. Der Einfluß des Schwefelsäuregehaltes der Mutterlauge auf die Bildung von Sideronatrit bzw. Ferrinatrit. Für die Behauptung, daß sich aus einer Lösung, die Natriumsulfat und Ferrisulfat enthält, Sideronatrit nur dann ausscheidet, wenn der Gehalt an ungebundener Schwefelsäure eine gewisse Grenze nicht übersteigt, erbringt nachstehender Versuch den Beweis.

Eine Lösung von der sub A. angeführten chemischen Zusammensetzung wurde an der Luft der Verdunstung überlassen. Es schied sich aus dieser pomeranzengelber Sideronatrit aus. Derselbe wurde von der Mutterlauge B getrennt und diese abermals der Verdunstung überlassen. Dieser Vorgang ergab eine zweite Menge Sideronatrit. Als aber die von diesem Prozesse resultierende Mutterlauge C über die Ferien an der freien Luft stehen blieb, schied sich weißer, ziemlich gut krystallisierter Ferrinatrit ab. In nachstehender Tabelle sind die chemischen Analysen der Mutterlaugen A, B und C zusammengestellt. Hinzugefügt sind noch die theoretischen Constitutionen derselben, die unter den Voraussetzungen berechnet wurden:

a) daß sich alsbald nach dem Zusammentreffen von Ferri- und Natriumsulfat Sideronatrit in der Lösung bilde und

b) daß in einer Lösung, die Schwefelsäure im Überschusse enthält, saures Natriumsulfat gelöst sei.



	2 cm <sup>3</sup> enthalten			Theoretische Constitution						Beob. — Rechn.	
	g	Mol.- Quot.-	Mol.- Verh.	Sideronatriit		HNaSO <sub>4</sub>		Ungeb. Schwefelsäure			
				Molek.	g	Molek.	g	Molek.	g		
Mutterlauge A	SO <sub>3</sub>	0,8924	0,01115	6,88	0,00648	0,5480	0,00168	0,0864	0,00359	0,2872	+0,0008
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,2598	0,00162	1,00	0,00162	0,2192	—	—	—	—	+0,0006
	Na <sub>2</sub> O	0,2318	0,00078	2,33	0,00324	0,2012	0,00054	0,0335	—	—	+0,0001
		1,3870	—	—	—	0,9784	—	0,1199	—	0,2872	+0,0015
Mutterlauge B	SO <sub>3</sub>	0,7863	0,00083	9,36	0,00120	0,3360	0,00086	0,0688	0,00477	0,3816	—0,0001
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1675	0,00105	1,00	0,00105	0,1680	—	—	—	—	—0,0005
	Na <sub>2</sub> O	0,4373	0,00253	2,13	0,00210	0,4304	0,00013	0,0267	—	—	+0,0002
		1,1141	—	—	—	0,6344	—	0,0955	—	0,3816	—0,0001
Mutterlauge C	SO <sub>3</sub>	0,9096	0,01138	12,09	0,00376	0,3008	0,00126	0,1008	0,00636	0,5088	+0,0008
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1507	0,00094	1,00	0,00094	0,1504	—	—	—	—	+0,0003
	Na <sub>2</sub> O	0,4539	0,00251	2,67	0,00188	0,4467	0,00063	0,0394	—	—	+0,0004
		1,2162	—	—	—	0,5679	—	0,1399	—	0,5088	+0,0004

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß sowohl in der ursprünglichen Lösung A, als auch in den Mutterlauge B und C schon genug Natrium und Schwefelsäure vorhanden gewesen wäre, um gleich von Anfang an den schwerlöslichen Ferrinatrit zu bilden. Und doch geschah es nicht. Dagegen krystallisierte während der Sommerferien aus der Mutterlauge C Ferrinatrit aus. Die vom auskrystallisierten Ferrinatrit getrennte Mutterlauge D enthielt in 2 cm<sup>3</sup>:

SO <sub>3</sub>	0,8923 g	Mol.-Quot. = 0,04415	Mol.-Verh. 34,78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0513		0,00032
Na <sub>2</sub> O	0,0234		0,00038
	0,9670		

Das Erste, was an der eben mitgeteilten Analyse auffällt, ist, daß nun plötzlich das Verhältnis von Na<sub>2</sub>O : Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zu Ungunsten des Natriums verschoben ist. Während früher der Exponent dieses Verhältnisses stets größer als 2 war — ja derselbe vergrößerte sich sogar von Analyse A bis Analyse C immer mehr —, ist er jetzt auf einmal kleiner als 2, nämlich 1,19.

Es erhellt daraus, daß, während sich der Krystallisationsprozeß in der Mutterlauge C abspielte, Affinitäten wachgerufen worden sein müssen, die früher nicht tätig waren, und die lediglich mit der Bildung des Ferrinatrites in einem ursächlichen Zusammenhange stehen können. Da der Krystallisationsprozeß in die Sommerferien fiel, konnten die Einzelheiten dieses Vorganges nicht verfolgt werden.

Es sind zur Erklärung dieser Erscheinung zwei Möglichkeiten gegeben:

1. Es ist möglich, daß die Abscheidung des Sideronatrites so lange dauerte, bis in der Lösung für das Verhältnis  $Nu_2O : Fe_2O_3$  der Exponent 3 erreicht war und daß sich dann erst Ferrinatrit abschied; es ist aber

2. auch nicht ausgeschlossen, daß auch über diese Grenze hinaus die Sideronatritbildung andauerte und zwar so lange, bis der Gehalt der Lösung an ungebundener Schwefelsäure eine gewisse Höhe überstieg, und daß erst dann die Umwandlung des gebildeten Sideronatrites unter gleichzeitiger Abspaltung von Ferrioxyd — wie auf S. 217 gezeigt wurde — erfolgte.

Diese Alternative zu entscheiden, ist Aufgabe der folgenden Paragraphen.

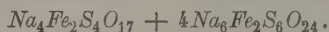
§ 32. Die Umwandlung des Sideronatrites in Ferrinatrit. Das Schwierigste bei der Synthese des Sideronatrites ist, das feinpulverige Krystallisationsproduct von der anhaftenden Mutterlauge zu befreien. Bei den allerersten Versuchen hoffte ich diesen Zweck dadurch zu erreichen, daß ich das Krystallisationsproduct zwischen Filterpapier legte und etwas preßte. Doch der erwünschte Erfolg blieb aus. Das so behandelte Salz muß noch immer zwischen den mikroskopischen Kryställchen bedeutende Mengen Mutterlauge festgehalten haben, denn als es an der Luft weiter trocknete, wandelte es seine ursprünglich schön orangegelbe Farbe in eine gelblichweiße um. Das lufttrockne Pulver erwies sich auch beim Trocknen als ein Gemenge eines gelben im Wasser leichter löslichen und eines weißen im Wasser schwer löslichen Salzes. Es muß sich also während des Trocknens an der Luft der größte Teil des Sideronatrites auf Kosten der noch eingeschlossenen Mutterlauge in Ferrinatrit umgewandelt haben.

Wenn sich der Vorgang der Umwandlung des Sideronatrites in Ferrinatrit wirklich so abspielt, wie oben angedeutet wurde, muß sich das dabei neugebildete Ferrisulfat irgendwie nachweisen lassen. Ich fand ein Mittel zur Trennung der Natriumferrisulfate von den Ferrisulfaten im absoluten Alkohol, in welchem der Ferrinatrit und der Sideronatrit unlöslich sind. Wurde ein solches Gemenge von Natriumferrisulfaten und Ferrisulfaten mit Alkohol gewaschen, so floß der Alkohol zuerst immer tiefgelb, später aber farblos ab.

Im nachstehenden werden die Analysen des lufttrocknen ungewaschenen Salzgemenges (Analyse E), sowie des durch Alkohol gereinigten Salzgemenges (Analyse F) mitgeteilt. Das Material für die Analyse F scheint jedoch nicht vollkommen lufttrocken gewesen zu sein, weshalb dessen Gewichtsverlust bei der Berechnung unbeachtet blieb.

	I.	II.	Mittel:	Mol.-Quot.:
Analyse E. - $Fe_2O_3$	19,73	19,61	19,67	0,1230
$SO_3$	48,27	48,62	48,45	0,6056
$Na_2O$	15,03	15,04	15,03	0,2429
$H_2O$	—	—	16,85	0,9361
			100,00	
Analyse F. $Fe_2O_3$	44,91 %	Mol.-Quot.	0,0932,	Mol.-Verh. 1
$SO_3$	41,77		0,5224	5,60
$Na_2O$	16,17		0,2604	2,79

Der Umstand, daß in der Analyse E das Verhältnis von  $Na_2O : SO_3$  nicht gleich 1 : 2, sondern 1 : 2,90 ist, sagt schon, daß hier kein reines Gemenge der Natriumferritsulfate vorliegen könne. Die hier vorhandenen anderen Beimengungen wurden aber durch das Waschen mit Alkohol vollkommen entfernt, denn in der Analyse F ist dieses Verhältnis schon 1 : 1,95, also ein der Theorie entsprechendes geworden. Aus dem Verhältnis von  $Na_2O : Fe_2O_3 = 2,79 : 1$  in der Analyse F berechnet sich die Formel des hier vorliegenden Gemenges von Sideronatriit mit Ferrinatrit zu



Versucht man nun, diese Erfahrung zur Deutung der Analyse E zu verwenden, so ergibt sich, wenn man den Natrongehalt dieser Analyse zum Ausgangspunkte der Berechnung nimmt:

	Beob. Mol.-Quot.:	Sideronatriit:	Ferrinatrit:	Rest:	Mol.-Verh. des Restes:
$Fe_2O_3$	1230	173,5	694	362,5	1
$SO_3$	6056	694	4164	1198	3,30
$Na_2O$	2429	347	2082	—	—
$H_2O$	9361	1214,5	4162	3982,5	10,97

Bei dieser Austeilung der Bestandteile verbleibt ein Rest, dessen Zusammensetzung der des normalen Ferrisulfates sehr nahe kommt. Auch darin zeigt sich eine befriedigende Übereinstimmung mit der Theorie, daß die Menge des als Ferrisulfat auftretenden Eisens (362,5 Mol.) fast genau die Hälfte des Eisenoxydgehaltes des aus Sideronatriit entstandenen Ferrinatrites (694 Mol.) ist.

Die alkoholische Waschflüssigkeit enthält:

$Fe_2O_3$	0,3135 g,	Mol.-Quot.	0,00196
$SO_3$	0,5317		0,00666
$Na_2O_3$	0,0070		0,00014

Die Zusammensetzung dieser Waschflüssigkeit liefert eine neue Bestätigung obiger Annahme. Sie entspricht im großen und ganzen der eines normalen Ferrisulfates, denn  $Fe_2O_3 : SO_4 = 1 : 3,40$ . Einige Schwierigkeit bereitet allerdings der Erklärung der geringe Natrongehalt, zumal durch

mehrere Versuche festgestellt wurde, daß die Natriumferrisulfate in absolutem Alkohol unlöslich sind. Doch wenn man berücksichtigt, daß in dem berechneten Reste, sowie in der Waschflüssigkeit das Verhältnis  $Fe_2O_3 : SO_3$  nirgends genau 4 : 3 ist, und daß also neben dem normalen Ferrisulfat noch etwas ungebundene Schwefelsäure in dem Salzgemenge vorhanden gewesen sein dürfte, so findet sich auch für das Auftreten dieser geringen Mengen von  $Na_2O$  im Waschwasser eine plausible Erklärung in dem Umstande, daß die Gegenwart von freier Säure die Unlöslichkeit der Natriumferrisulfate wesentlich beeinflusst. Zieht man nun vom Eisenoxyd bezw. Schwefelsäuregehalt eine dem Natriumgehalte entsprechende Menge als Ferrinatrit ab, so wird im Reste das Molekularverhältnis  $Fe_2O_3 : SO_3 = 4 : 3,35$ , also fast genau gleich dem aus Analyse E berechneten.

§ 33. Die Umwandlung des Ferrinatrites in Sideronatrit. Die Bedingungen für die Bildung des Ferrinatrites scheinen indes recht eng begrenzt zu sein. Darauf deutet nachstehender Versuch hin. Sideronatrit, welcher durch Auskrystallisieren aus einer Lösung gewonnen worden war, wurde, damit die anhaftende Mutterlauge besser abtropfen könne, auf einem Trichter, dessen Röhre mit Filterpapier leicht verstopft war, gesammelt. Nach einiger Zeit begann der Sideronatrit von oben aus weiß zu werden. Der Grund für diese Umwandlung lag offenbar darin, daß die zwischen den winzigen Krystallen festgehaltene Mutterlauge infolge teilweisen Verdunstens eine Steigerung des Schwefelsäuregehaltes erfuhr, deren unmittelbare Folge dann die Umwandlung des Sideronatrites in Ferrinatrit war. Dieser Prozeß ergriff nach und nach die ganze Masse. Nachdem die Substanz auf dem Trichter durch und durch weiß geworden war, wurde dieselbe noch feucht unter eine Glasglocke in einen mit Wasserdampf gesättigten Raum gebracht. Es sollte dadurch ein weiteres Eintrocknen der Mutterlauge Reste verhindert und gleichzeitig ein möglichst vollständiges Abtropfen derselben vom Ferrinatrit erreicht werden. Wie erstaunt war ich aber, als nach einiger Zeit der Ferrinatrit wieder gelb zu werden anfang. Die Rückbildung im feuchten Raume benötigte bis zu ihrer Vollendung mehrere Monate. Dabei tropfte eine gelbe Flüssigkeit ab, aus der sich am unteren Ende der Trichterröhre Sideronatrit abschied und zwar in so reichlichem Maße, daß der Abfluß dadurch verhindert wurde und das von der Substanz aus der Luft angezogene Wasser sich im Trichter selbst ansammelte. Nachdem die Trichterröhre frei gemacht worden war, wurde die Substanz noch so lange im feuchten Raume belassen, als ein Abtropfen beobachtet werden konnte. Dann wurde das Salz zuerst zwischen Filterpapier getrocknet und als es lufttrocken schien, analysiert.

Das Ergebnis der Analyse war folgendes:

	Procente:	Mol.-Quot.:	Mol.-Verh.:	Sideronatrit:	Rest:
$Fe_2O_3$	49,84	0,1240	1	0,1240	—
$SO_3$	45,62	0,5702	4,60	0,4960	742
$Na_2O$	18,18	0,2928	2,35	0,2480	448
$H_2O$	17,01	0,9450	7,62	0,8680	770
	100,65				

Das Verhältnis  $Na_2O : SO_3$  ist nahezu gleich 1 : 2. Dies würde in Verbindung mit dem Umstande, daß der Exponent des Verhältnisses  $Fe_2O_3 : SO_3$  größer als 4 und kleiner als 6 ist, für ein Gemenge der beiden Natriumferrisulfate sprechen. Gegen diese Annahme spricht aber der Wassergehalt, die tiefgelbe Farbe der Substanz, sowie die Tatsache, daß Alkohol aus diesem Präparate Schwefelsäure und Natrium auszog. Es kann also hier kein Gemenge beider Natriumferrisulfate, sondern nur ein Gemenge des Sideronatrites mit Natriumsulfat vorliegen.

Wenn man nun vom Eisenoxydgehalte ausgehend den Sideronatrit berechnet, bleibt ein Natriumsulfat als Rest zurück, indem sich  $Na_2O : SO_3$  verhält wie 1 : 1,66. Bezeichnend ist, daß fast das ganz gleiche Verhältnis resultiert, wenn man in der Flüssigkeit, die während der Umwandlung vom Salze abtropfte, die aus dem Ferrioxidgehalte berechnete Menge des Sideronatrites abzieht.

Diese Abtropfflüssigkeit enthielt nämlich:

	Gramm:	Mol.-Quot.:	Sideronatrit:	Rest:	Mol.-Verh.:
$Fe_2O_3$	0,0547	0,000343	343	—	—
$SO_3$	0,2480	0,003400	1372	1728	4,65
$Na_2O$	0,1077	0,001734	686	1048	4,00

Die Zusammensetzung der Abtropfflüssigkeit zeigt, daß die Umwandlung des Ferrinatrites in Sideronatrit hauptsächlich durch Abspaltung von Natriumsulfat erfolgt. Nach der Theorie sollte sich  $HNaSO_4$  abspalten. Warum das hier auftretende Natriumsulfat nicht dieser Formel entspricht, vermag ich heute noch nicht zu erklären.

§ 34. Der künstliche Sideronatrit. Durch diese Versuche ist der Weg, den man bei der Synthese des Sideronatrites betreten muß, klar fest gelegt. Das sich aus einer Ferrisulfat und Natriumsulfat enthaltenden Lösung ausscheidende Salz wird am besten auf einen Glastrichter, dessen Röhre mit Filterpapier leicht verstopft ist, gesammelt und sofort in einen feuchten Raum gebracht. Dort verbleibt es so lange, als ein Abtropfen der Flüssigkeit beobachtet wird. Hierauf wird das Präparat mit absolutem Alkohol gewaschen, bis der abfließende Alkohol keine Schwefelsäurereaction gibt. Dadurch wird sowohl die überschüssige Schwefelsäure, als auch das etwa vorhandene überschüssige Natriumsulfat gänzlich entfernt.

Das so bereitete lufttrockne Salz hatte nachstehende Zusammensetzung:



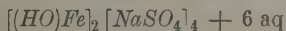
	I.	II.	III.	IV.	Mittel:	Mol.-Quot.:
$Fe_2O_3$	21,94	21,84	21,88	—	21,89	0,4367
$SO_3$	42,24	—	42,26	—	42,25	0,5534
$Na_2O$	—	17,00	17,05	—	17,02	0,2744
$H_2O$	—	—	—	17,17	17,17	0,9538
					100,33	

Da das Verhältnis von  $Na_2O : Fe_2O_3 : SO_3 : H_2O = 2,00 : 4,00 : 4,05 : 6,98$  ist, entspricht die Zusammensetzung dieses Präparates genau der Formel des Sideronatriles.

Der künstliche Sideronatriit gibt das Wasser teils im Exsiccator, teils beim Erwärmen bis  $125^{\circ}$  C. ab. Zwischen  $125^{\circ}$ — $205^{\circ}$  erfolgt keine merkliche Gewichtsabnahme. Erst bei stärkerem Erwärmen entweicht der Rest des Wassers, 2,36 %, d. i. der siebente Teil der gesamten Wassermenge, also 1 Molekül.

	I.	II.	III.	
Exsiccator	9,43	—	8,76	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} 44,79$
100°	0,87	11,39	—	
125°	4,13	4,13	—	
165°	0,15	—	—	
205°	0,05	—	—	
mit $PbO$ schwach erhitzt	—	—	6,03	$\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\}$
- - stark	—	—	2,36	

Dieses Verhalten beim Erwärmen, wodurch ein Molekül  $H_2O$  zum Constitutionswasser gestempelt wird, entspricht vollkommen jener Auffassung der chemischen Constitution des Sideronatriles, die anfangs gegeben wurde und die in der Formel



ihren Ausdruck findet.

Da beim Ferrinatriit alle Valenzen des dreiwertigen Eisens durch das einwertige Radical  $(NaSO_4)$  gesättigt sind, kann diese Verbindung nur Krystallwasser enthalten. Dies wird — wie schon früher bemerkt wurde — auch durch das Verhalten des Ferrinatrils beim Erhitzen — er gibt alles Wasser bei  $100^{\circ}$  ab — bestätigt.

Über die Temperaturen, bei welchen der natürliche Sideronatriit sein Wasser verliert, sagt Frenzel: »Das Wasser entweicht bei  $300^{\circ}$  vollständig« und Genth: »Der Wasserverlust bei  $110^{\circ}$  beträgt 4 Moleküle«, d. h. 9,42 %, was mit meinen Beobachtungen so ziemlich übereinstimmt.

Der künstliche Sideronatriit besteht aus mikroskopischen, oblongen Kryställchen, die sich gern zu stern- und kugelförmigen Gruppen vereinen. Wegen der Kleinheit der Krystalle konnte nur der rechteckige Habitus derselben festgestellt werden. Der Längskante parallel ist auch die Axe der

kleinsten optischen Elasticität. Nach Penfield<sup>1)</sup> ist der Sideronatriit wahrscheinlich rhombisch und die Ebene der optischen Axen ist parallel der Längsaxe der kleinen Splitter, welche zugleich die Axe der kleinsten Elasticität ist. Es herrscht also auch in krystallographisch-optischer Beziehung Übereinstimmung zwischen natürlichem und künstlichem Sideronatriit.

§ 35. Ergebnisse und Folgerungen. Die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die chemische Constitution der beiden Natriumferrisulfate wird am besten durch die Formeln  $[(HO)Fe]_2[NaSO_4]_4 + 6 aq$  für den Sideronatriit und  $[NaSO_4]_2[Fe]_2[NaSO_4]_4 + 6 aq$  für den Ferrinatrit wiedergegeben.

2. Beide Salze sind Substitutionsproducte des sauren Ferrisulfates  $[(HO)Fe]_2[HSO_4]_4 + 6 aq$ .<sup>2)</sup>

3. Aus einer Lösung von Natriumsulfat und Ferrisulfat in Wasser krystallisiert selbst dann, wenn Natriumsulfat bezw. Schwefelsäure im Überschuß — der allerdings nicht allzugroß sein darf — vorhanden ist, immer zuerst der gelbe Sideronatriit aus.

4. Ferrinatrit vermag sich aus solchen Lösungen nur dann auszuscheiden, wenn der Procentsatz für die überschüssige Schwefelsäure eine gewisse Grenze überschreitet.

5. Dieselben für die Bildung des Ferrinatrites günstigen Bedingungen werden auch erreicht, wenn man das normale Ferrisulfat mit dem sauren Natriumsulfat oder das saure Ferrisulfat mit dem normalen Natriumsulfat trocken mischt. Dabei wird die Masse bald nach dem Zusammenmischen feucht. Dieses Feuchtwerden ist eine Folge davon, daß beim Zusammentritt der beiden Constituenten zu Ferrinatrit das ganze Constitutionswasser bezw. ein Teil des Krystallwassers frei wird.

6. Die Tatsache, daß eine gewisse Concentration der ungehundenen Schwefelsäure in der Mutterlauge die Bildung des Ferrinatrites begünstigt, bewirkt, daß der Sideronatriit in Berührung mit einer solchen Lösung in Ferrinatrit umgewandelt wird, wobei ein Drittel des im Sideronatriit enthaltenen Ferrioxides abgespalten wird.

7. Aus einer Lösung von Ferrinatrit scheidet sich beim Abdunsten ebenfalls zuerst Sideronatriit ab. Dieser Sideronatriit wandelt sich beim

<sup>1)</sup> Diese Zeitschr. 18, 588.

<sup>2)</sup> An einem anderen Orte — diese Zeitschr. 35, 356 — wurde auf die Analogie in der stöchiometrischen Constitution des sauren Ferrisulfates und des Eisenvitriols hingewiesen, dessen Formel auch  $[(HO)Fe]_2[HSO_4]_4 + 6 aq$  geschrieben werden kann. Daraus ergebe sich eine neue Auffassung der Doppelsalze des Eisenvitriols mit den Alkalisulfaten, welche diese in Parallele zum Ferrinatrit zu stellen erlaubte. Die Formel des Kaliumdoppelsalzes könnte nämlich dann geschrieben werden:  $[(KSO_4)Fe]_2[KSO_4]_4 + 6 aq$ .

vollständigen Eintrocknen der Lösung in ein gelblichweißes Salz um, das ein Gemenge aus Ferrinatrit, Sideronatrit und Natriumsulfat zu sein scheint.

8. Aus der eben mitgeteilten Tatsache folgt, daß in einer Lösung, die aus Ferrinatrit hergestellt wird, nicht Ferrinatritmoleküle enthalten sein können, sondern daß — abgesehen von einer allfälligen Ionisierung — das Ferrinatritmolekül in der wässrigen Lösung in ein Sideronatritmolekül und zwei  $HNaSO_4$ -Moleküle zerfällt.

9. Nun wird es auch einigermaßen verständlich, warum sich Ferrinatrit, wenn die Concentration der noch anhaftenden Mutterlauge durch Wasseraufnahme aus einem feuchten Luftraume wieder vermindert wird, in Sideronatrit rückbildet. Die bis zu einem gewissen Grade verdünnte Mutterlauge spaltet nämlich die zwei  $NaSO_4$ -Moleküle, um welche der Ferrinatrit mehr hat als der Sideronatrit, wieder ab.

10. Die Natriumferrisulfate können sich auch durch Einwirkung einer Lösung von saurem Natriumsulfat auf Eisenoxydhydrat bilden. Lösungen dieses Salzes — nicht aber solche des normalen Natriumsulfates — vermögen bei einer gewissen Concentration Eisenhydroxyd aufzulösen. Aus einer solchen Lösung scheidet sich bei weiterem Abdunsten wieder zuerst gelber Sideronatrit aus, der sich allerdings bei noch weiterer Concentration der Lösungen in weißen Ferrinatrit umwandelt, aber ohne Abspaltung von  $Fe_2O_3$ . Es findet in diesem Falle einfach eine Anlagerung des Radicals  $NaSO_4$  an den Sideronatritkern statt. Der Ferrinatrit kann sich demnach aus Sideronatrit auf zweifache Weise bilden:

- a) wenn Schwefelsäure im Überschuß vorhanden ist, durch Abspaltung von  $Fe_2O_3$ ,
- b) wenn saures Natriumsulfat im Überschuß zugegen ist, durch Anlagerung von zwei  $NaSO_4$ -Molekülen.

Czernowitz, am Sonnwendtag 1905.

# XIV. Über eine krystallisierte Schlacke der Seigerhütte bei Hettstedt, nebst Bemerkungen über die chemische Zusammensetzung des Melilith.

Von

F. Zambonini in Turin.

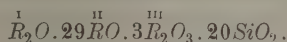
Im Jahre 1904 hat W. Stahl<sup>1)</sup> eine Beschreibung der großen Krystalle (von 16 mm bis 49 mm Seitenlänge) veröffentlicht, welche in den Schacht-ofenschlacken der Seigerhütte bei Hettstedt vorkommen. Er betrachtete dieselben als regulär: »Wie schon die Besichtigung der Krystalle schließen ließ, so konnte auch durch Messung und sonstige Prüfungen die Hexaëderform ( $\infty O \infty$ , 100) der Krystalle festgestellt werden. Dabei traten die bekannten Penetrationszwillinge ziemlich häufig auf.« Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet. Die Krystalle waren selbst in den dünnsten Teilchen kaum pellucid; die Farbe schwarz und auf dem Bruche grauschwarz. Das Krystallpulver ist schwach magnetisch, vor dem Lötrohre unschmelzbar und wird von  $HNO_3$  und besser von concentrirter  $HCl$  zersetzt. II. = 6; spec. Gew. bei 15° 3,05.

Die chemische Zusammensetzung ist:

$SiO_2$	35,80
$Al_2O_3$	9,34
$CaO$	24,50
$FeO$	21,50
$ZnO$	4,00
$MgO$	2,74
$NiO$	0,49
$Na_2O$	1,36
$K_2O$	0,85
$(Cu_2, Ni)S$	0,43
$Pb, As$	Spur
	<hr/> 100,74

1) Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1904, 53, 273.

Hieraus berechnet Verf. die Formel



Stahl konnte diese Krystalle mit keinem bekannten Mineral identificieren.

Herr Prof. P. v. Groth richtete an Herrn Stahl die Bitte, ihm eine Probe des untersuchten Materials zu schicken, und Herr Stahl lieferte ein sehr schönes Stück, welches nach ihm mit dem analysierten, von welchem er nichts mehr hatte, vollkommen identisch war. Während meines Aufenthaltes in München im Sommer 1904 hatte Prof. v. Groth die Güte, mir das Material zum Studium zu überlassen, und es ist für mich eine angenehme Pflicht, ihm meinen besten Dank zu sagen.

Die von mir untersuchte Probe entspricht der von Stahl gemachten Beschreibung. Sie besteht aus großen, sehr dunkel graubläulichen Krystallen von der Form rechtwinkliger Parallelepipeda, die nach zwei parallelen Flächen tafelförmig und etwas verlängert sind, so daß sie der rhombischen Combination  $\{100\}\{010\}\{001\}$  ähneln. Viele Krystalle sind durcheinander gewachsen und beim ersten Anblicke gleichen sie den bekannten regulären Zwillingen, aber eine aufmerksamere Untersuchung ist genügend, um selbst ohne Messungen festzustellen, daß es sich um ganz zufällige und unregelmäßige Durchdringungen handelt. Ich überzeugte mich, daß die Krystalle zur Melilithgruppe gehören, und die Analyse Stahls bestätigte diese Meinung, weil sie in genügender Übereinstimmung mit der Zusammensetzung eines eisenreichen Melilith ist<sup>1)</sup>. Das nähere Studium bewies, daß meine Meinung gerechtfertigt war.

Die großen Krystalle stellen die Combination  $\{001\}\{100\}$  dar, und sind oft nach der Basis etwas tafelförmig; die vier Flächen von  $\{100\}$  sind von verschiedener Größe. Diese Krystalle besitzen keine wahren Flächen, weil sie aus vielen Krystallskeletten und sehr deutlichen und gut gebildeten Täfelchen in mehr oder weniger genau paralleler Stellung bestehen. Hier und da kommen auf den Krystallen und zwischen den Skeletten sehr deutliche Kryställchen von etwa 1 mm vor, welche die Combination  $\{100\}\{001\}$  zeigen. Sie sind bald mehr oder weniger nach  $\{001\}$  tafelförmig, bald dagegen nach  $\{100\}$  prismatisch, und endlich zeigen sie manchmal ein kubisches Aussehen.

Sehr merkwürdig sind die sehr dünnen Täfelchen, welche die Flächen zahlreicher Krystalle bilden. Sie sind bisweilen von grünlicher, viel häufiger aber von einer ins Bläuliche spielenden Farbe. Sie haben zum Teil quadratischen, zum Teil länglich rechteckigen Umriß. Sie stellen nach der Basis dünn tafelförmige Krystalle dar und zeigen die Formen  $\{001\}$ ,  $\{100\}$

1) Das gesamte Eisen wurde von Stahl als Ferrosalz betrachtet, aber es ist äußerst wahrscheinlich, daß es zum Teil als Ferriion existiert, wie ich übrigens an meinem Material festgestellt habe.



und sehr häufig auch {110}. Letztere ist gewöhnlich sehr untergeordnet und meistens nur mit zwei parallelen Flächen ausgebildet. An einigen seltenen Krystallen sind sie größer und stehen mit jenen von {100} im Gleichgewicht. Ich habe niemals Bipyramidenflächen beobachtet.

Diese Täfelchen sind oft schon für sich mit hellbläulicher oder, was viel seltener ist, grünlicher Farbe durchsichtig, oder auch bedürfen sie einer kleinen Abschleifung. Nur selten zeigen die Schlitze Spaltungsrisse. An einigen Schlitzen nach dem Prisma kommen die Spaltrisse parallel zur Basis sehr deutlich vor, aber an vielen anderen fehlen sie vollkommen. Häufiger beobachtet man auf {001} die Risse parallel {100}, aber sie sind sehr wenig und kurz, ferner herrschen jene nach einem Flächenpaare des Prismas vor und die anderen sind ganz wenige.

Die Doppelbrechung ist sehr schwach, negativ. Deutlicher Pleochroismus:

$\epsilon$  = hell himmelblau,

$\omega$  = sehr hellviolett.

Dieser deutliche Pleochroismus ist wahrscheinlich von der Anwesenheit bedeutender Mengen von Ferro- und Ferri-Ionen bedingt, und ist mit den Beobachtungen von Bourgeois<sup>1)</sup> in Übereinstimmung, welcher in seinen synthetischen Studien fand, daß durch Eintreten von Eisenoxyd für Aluminiumoxyd pleochroitische Krystalle entstehen.

Merkwürdig ist die Tatsache, daß optische Anomalien häufig hervortreten, was an den künstlichen Meliliten sehr selten sein muß, denn J. H. L. Vogt<sup>2)</sup>, welcher so eingehende Studien darüber ausführte, schrieb »die Mineralien sind optisch einaxig (ohne optische Anomalie«. An dem von mir untersuchten Material erkennt man die optischen Anomalien nicht nur dadurch, daß die Einaxigkeit keine vollkommene ist (das Kreuz öffnet sich in zwei Axen, welche unter einander einen Winkel von wenigen Graden bilden), sondern auch dadurch, daß die Basis häufig zwischen gekreuzten Nicols nicht vollkommen dunkel bleibt. Die sehr schwache Doppelbrechung verhindert, daß die Erscheinungen sehr deutlich und charakteristisch sind.

Obwohl ganz selten, bemerkt man doch bisweilen in Schlitzen parallel zu den Prismenflächen eine deutliche Zonarstruktur; in solchen besitzt der centrale Teil des Krystalls eine verschiedene Doppelbrechung von der des äußeren Theiles, wo dieselbe viel kleiner ist. Niemals kommen die von Vogt (a. a. O.) beschriebenen, merkwürdigen Erscheinungen vor, nämlich Melilithe, welche einen isotropen Kern und einen kleinen, doppeltbrechenden

<sup>1)</sup> Reproduction par voie ignée d'un certain nombre d'espèces minérales etc. Ann. chim. phys. 1883 (5<sup>e</sup>), 19.

<sup>2)</sup> Beiträge zur Kenntnis der Gesetze der Mineralbildung in Schmelzmassen und in den neovulkanischen Ergußgesteinen (jüngeren Eruptivgesteinen). Archiv for Math. og Naturvid. Kristiania 1890, 30, 340 ff.

Rand besitzen. Nur einmal habe ich einen Schliff nach dem Prisma gesehen, welcher fast ganz doppeltbrechend, mit Ausnahme des dünnen, isotropen Randes war. Übrigens ist unser Melilith so schwach doppeltbrechend, daß selbstverständlich sehr kleine Änderungen in der chemischen Zusammensetzung zu den isotropen Gliedern der Reihe führen können.

Die untersuchten Krystalle sind alle mehr oder weniger reich an Einschlüssen. Einige seltene Kryställchen enthalten davon sehr wenig, während andere von Einschlüssen ganz erfüllt sind. Die beobachteten Einschlüsse bestehen zum Teil aus durch Metallsulfide gefärbtem Glase. In Beziehung auf die Resultate der Untersuchungen Vogts und auf die chemische Zusammensetzung der Schlacke habe ich unter den Einschlüssen  $FeS$  bestimmt, welches, genau wie Vogt beobachtete, einen feinen, undurchsichtigen, metallglänzenden Staub bildet. Einige seltene, verlängerte, dunkelgelbliche Kügelchen gehören vielleicht zu  $(Zn, Fe)S$ . Spinelleinschlüsse, welche Vogt an seinen Melilithen häufig fand, waren nicht anwesend. Die Einschlüsse sind meistens unregelmäßig angeordnet, Fälle von regelmäßiger Anordnung fehlen aber nicht. Manchmal beobachtete ich an den Schliffen nach den Prismenflächen eine Reihe von verlängerten, vollkommen undurchsichtigen Stäbchen, welche zur Axe  $c$  parallel waren.

Das spec. Gewicht ist 3,02 (das verwendete Material war nicht vollkommen rein).

Es wäre wichtig gewesen, die chemische Zusammensetzung dieses Meliliths zu bestimmen, aber leider gab eine lange Reihe Versuche, welche ich anstellte, um reines Material zu erhalten, ein völlig negatives Resultat. Ich betrachtete dann die vollständige Analyse der Schlacke als nutzlos, weil sie keine Anwendung auf das Studium der chemischen Zusammensetzung des Melilith gehabt hätte, und ich beschränkte mich darauf, die Identität meines Materials mit jenem von Stahl untersuchten durch einige Bestimmungen festzustellen. Eine genaue Kieselsäurebestimmung, mit aller Sorgfalt ausgeführt, lieferte 37,69 %, d. h. einen Wert, welcher von jenem Stahls nicht zu viel verschieden ist. Ich fand ferner, daß die von mir studierte Schlacke eine kleine Menge Kupfer, etwas Zink und Schwefel außer den gewöhnlichen Elementen enthält, so daß ich glaube, daß die Identität meiner Schlacke mit jener Stahls keinem Zweifel unterliegen kann. Daß die Krystalle dieser Schlacken mit dem Melilith identisch sind, scheint mir durch die krystallographischen und optischen Eigenschaften bewiesen zu sein.

Über die chemische Zusammensetzung des Melilith liegen zahlreiche Arbeiten vor, doch sind die verschiedenen Forscher zu ganz entgegengesetzten Annahmen gelangt. Ich hoffe daher, daß die Mitteilung zwei neuer Analysen des Melilith von Capo di Bove, welche ich schon seit einigen

Jahren ausgeführt habe, sowie einiger Bemerkungen, welche ich bei jener Gelegenheit machte, nicht nutzlos ist.

Der Melilith von Capo di Bove, welcher zahlreichen mineralogischen Arbeiten unterworfen wurde, ist vom chemischen Standpunkte weniger erforscht. Die erste Analyse wurde von Carpi<sup>1)</sup> veröffentlicht; sie ist sehr unvollkommen und ganz ungenau, wie die späteren Untersuchungen feststellten. Er fand:

$SiO_2$	38
$CaO$	49,6
$MgO$	49,4
$Al_2O_3$	2,9
$Fe_2O_3$	42,1
$TiO_2$	4
$MnO$	2
	97,4

Im Jahre 1844 machte Damour<sup>2)</sup> die genauen Analysen der gelben und der braunen Varietät des Melilith von Capo di Bove bekannt. Er fand, daß das gesamte Eisen im Mineral als Ferri-Ion existiert, daß Titan vollkommen fehlt, während dagegen Alkalien anwesend sind. Aus seinen Resultaten zog er den Schluß, daß die Summe des Sauerstoffes der Basen jenem der Kieselsäure gleich ist und daß der Sauerstoff der ein- und zweiwertigen Elemente doppelt so groß als jener der dreiwertigen ist. Letztere Annahme ist aber nicht richtig, weil aus seinen Analysen die Verhältnisse

$$\begin{aligned} R_2O_3 : RO &= 4 : 6,3 \text{ gelbe Varietät,} \\ &= 4 : 5,4 \text{ braune Varietät folgen.} \end{aligned}$$

Andere Untersuchungen fehlen.

Das Material, welches ich analysierte, zeigt nichts Eigentümliches. Ich muß nur erwähnen, daß die häufigen Einschlüsse von Augit, Leucit und Nephelin das Aussuchen reiner Substanz erschweren. Ich konnte aber endlich ein Material erhalten, welches sich unter dem Mikroskope als genügend rein erwies. Meine Resultate sind folgende:

Gelbe Krystalle. Ihr Pulver ist weiß, nur wenig ins Graue spielend. Sie enthalten eine kleine Menge Ferro-Ion. Sowohl durch Aufschließen des Minerals mit etwas verdünnter Schwefelsäure im Kohlensäurestrom, wie auch durch Behandlung mit Flußsäure und Schwefelsäure, ebenfalls im Kohlensäurestrom, erhielt ich immer, durch Titrieren mit Kaliumpermanganat, für  $FeO$  sehr nahestehende Werte, deren Mittel 0,53 %. Wie bekannt,

1) Osservazioni chimico-mineralogiche sopra alcune sostanze che si trovano nella lava di Capo di Bove. Biblioteca italiana, Milano 1827, 25.

2) Nouvelles analyses et réunion de la mélilite et de la humboldtilite. Ann. chim. phys. 1844 (3a), 10, 59.

hat H. Schulze<sup>1)</sup> 1,39%  $FeO$  in den Krystallen von Hochbohl gefunden, während nach Damour und Bodländer<sup>2)</sup> das Eisen im Melilith nur als Ferri-Ion existieren sollte.

		Damour:
$SiO_2$	40,14	39,27
$Al_2O_3$	6,47	6,42
$Fe_2O_3$	9,95	10,17
$CaO$	32,98	32,47
$MgO$	6,33	6,44
$FeO$	0,53	—
$MnO$	Spur	—
$Na_2O$	2,18	1,95
$K_2O$	1,49	1,46
$H_2O$	0,27	—
	100,34	98,18

Braune Krystalle. Nach meinen Untersuchungen enthalten sie nur unbestimmbare Spuren  $FeO$ .

		Damour:
$SiO_2$	39,20	38,34
$Al_2O_3$	7,56	8,61
$Fe_2O_3$	11,34	10,02
$CaO$	32,18	32,05
$MgO$	6,41	6,71
$MnO$	Spur	—
$K_2O$	1,45	1,51
$Na_2O$	2,21	2,12
$H_2O$	0,21	—
	100,56	99,36

Beide Varietäten enthalten kleine Spuren von Titan, wie ich mit Wasserstoffsuperoxyd constatierte.

Meine Resultate bestätigen also vollkommen jene Damours.

Des Cloizeaux berechnete aus den Analysen Damours die Formel  $12RO \cdot 2R_2O_3 \cdot 9SiO_2$ , welche von Rammelsberg als solche, sowie in der Form  $Na_2(Ca, Mg)_{11}(Al, Fe)_4Si_9O_{36}$  angenommen wurde; Bourgeois bestätigte mit seinen synthetischen Untersuchungen diese Formel. Groth berechnete eine andere Formel  $(Ca, Mg)_6(Al, Fe)_2Si_5O_{19}$ , welche ebenfalls in

1) In A. Stelzner, Über Melilith und Melilithbasalte. Neues Jahrb. für Min., Geol. usw. 1883, Beil.-Bd. 3, 369. Ref. diese Zeitschr. 9, 578.

2) Die Zusammensetzung des Meliliths. Neues Jahrb. für Min., Geol. usw. 1893, 1, 15. Ref. diese Zeitschr. 24, 153.

sehr guter Übereinstimmung mit den Analysen steht und über die andere den Vorteil besitzt, einfacher zu sein.

Eine ganz abweichende Theorie wurde von J. H. L. Vogt geäußert. Aus seinen Studien über die in den Schmelzmassen gebildeten Mineralien schloß er, daß der Melilith als eine isomorphe Mischung von Gehlenit  $\overset{II}{R}_3\overset{III}{R}_2Si_2O_{10}$  und einem hypothetischen, künstlichen Mineral, welches Vogt als Äkermanit bezeichnete, und welchem er mehr auf Grund theoretischer Ansichten, als von Analysen die Formel  $\overset{II}{R}_4Si_3O_{10}$  gab. An verschiedenen Stellen seiner Abhandlung erkennt er selbst aber an, daß diese Betrachtungen sehr wenig mit den bekannten Analysen des natürlichen Melilith in Einklang stehen. Er sucht diese Abweichungen durch Fehler oder sonstige Ungenauigkeiten in den Analysen zu erklären, aber diese Meinung ist nicht annehmbar, weil die Analysen Damours sehr genau<sup>1)</sup> und jene, welche Bodländer später veröffentlichte, mit großer Sorgfalt an ganz reinem Material ausgeführt wurden, und doch gehorchen sie ebenfalls nicht dem Mischungsgesetze Vogts.

Es ist erstaunlich, daß die sorgfältige Arbeit von Bodländer keine Berücksichtigung bei den Mineralogen gefunden hat, und die Ansichten Vogts allgemein angenommen wurden, obwohl Bodländer in sicherer Weise gezeigt hat, daß das Mischungsgesetz Vogts nicht annehmbar ist. Wären die Vogtschen Endglieder richtig, so müßte, wie Bodländer sagte, das Verhältnis des Sauerstoffes der Kieselsäure zu jenem des  $RO$  zwischen 4,33 und 4,50 schwanken, während die Analysen des natürlichen und des künstlichen Melilith ganz andere Verhältnisse liefern, wie es aus den Berechnungen Bodländers klar hervorgeht.

Daß die Hypothese Vogts keine Gültigkeit, wenigstens für die natürlichen Melilithe<sup>2)</sup>, hat, ist leicht aus den Analysen Damours und Bodländers und von mir zu ersehen. Aus ihnen folgen die Zahlen:

			$SiO_2$	$\overset{III}{R}_2O_3$	$\overset{II}{RO}$	$OSi : OR$
1.	Capo di Bove, gelbe Varietät	Damour	5,2	4	6,3	4,42
2.	- - - - -	Zambonini	5,3	4	6,4	4,43
3.	- - - braune Varietät	Damour	4,4	4	5,4	4,05
4.	- - - - -	Zambonini	4,5	4	5,4	4,07
5.	Vesuv	Bodländer	5,3	4	6,3	4,44
6.	-	Damour	5,3	4	6,2	4,45

1. Die Kritik von Vogt gegen die Analysen Damours, nämlich daß Letzterer nicht das Eisenoxydul bestimmt hat, ist ungerechtfertigt, weil der französische Forscher in seiner Arbeit ausdrücklich sagt, daß das Eisen nur als Ferri-Ion vorliegt, wie übrigens die späteren Untersuchungen bestätigten.

2) Ich beschränke mich darauf, die natürlichen Melilithe zu betrachten, weil von den künstlichen meistens nur ungenaue Analysen vorliegen, welche an nicht reinem Material angestellt wurden.



Subtrahieren wir das Gehlenitsilicat  $\overset{II}{R}_3\overset{III}{R}_2\overset{II}{Si}_2O_{10}$ , so bleibt:

- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1. 3,3 RO. 3,2 SiO <sub>2</sub> | 4. 2,4 RO. 2,5 SiO <sub>2</sub> |
| 2. 3,4 RO. 3,3 SiO <sub>2</sub> | 5. 3,3 RO. 3,3 SiO <sub>2</sub> |
| 3. 2,4 RO. 2,4 SiO <sub>2</sub> | 6. 3,2 RO. 3,3 SiO <sub>2</sub> |

nämlich genau  $n\overset{II}{R}SiO_3$ , und niemals eine sich mehr oder weniger  $\overset{II}{R}_4Si_3O_{10}$  annähernde Verbindung. Eine solche Constanz und Genauigkeit, welche in sechs Analysen vorkommt, die an verschiedenem Material, auch von anderem Fundorte, nach verschiedenen Methoden ausgeführt wurden, kann nicht auf kleinen Einschlüssen des Materials beruhen und zufällig sein <sup>1)</sup>.

Wie können wir also die chemische Zusammensetzung des natürlichen Melilith auffassen? Wir haben verschiedene Wege, welche alle zu Resultaten führen, die mit den bekannten Analysen in Einklang und daher wahrscheinlich sind. Sie haben alle vor der Annahme Vogts entschieden den Vorzug, weil letztere in vorliegender Arbeit noch einmal als unmöglich erkannt wurde.

1. Wollen wir die natürlichen Melilith als Zwischenglieder zwischen Gehlenit und einer anderen Verbindung betrachten, so sind die Endglieder zweifellos  $\overset{II}{R}_3\overset{III}{R}_2\overset{II}{Si}_2O_{10}$  und  $\overset{II}{R}SiO_3$ .

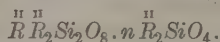
2. Machen wir auf verschiedene Arbeiten von Dölter, Vogt und Morozewicz, sowie besonders auf jene Vernadskys <sup>2)</sup> über die Theorie der Silicate aufmerksam, so sehen wir, daß die Formel des Gehlenit nur eine rohe ist, weil in den Aluminosilicaten (im Sinne Vernadskys  $RO : Al_2O_3 = 4$  sein muß. Dann gelangen wir zu der Annahme Bodländers, nach welchem die natürlichen Melilith als eine »isomorphe Mischung« (besser feste Lösung) eines einfachen Silicates (im Sinne von Vernadsky)  $\overset{II}{R}SiO_3$  und eines Aluminats  $\overset{II}{R}\overset{III}{R}O_4$  betrachtet werden können. Diese Erklärung ist in völliger Übereinstimmung mit den Analysen.

3. Betrachten wir endlich die Zusammensetzung des natürlichen Melilith nicht in bezug auf jene des Gehlenit, so können wir noch eine andere wahrscheinliche Annahme äußern. Aus der oben mitgeteilten Tabelle geht hervor, daß  $O_{Si} : O_R$  in den natürlichen Melilithen als 4 betrachtet werden kann. Die Differenzen sind klein und kommen oft nur in der zweiten Decimalstelle vor; ferner sind sie noch kleiner als jene, welche in vielen Nephelinanalysen vorliegen, obwohl Alle am Nephelin  $O_{Si} : O_R = 4$  annehmen. Sehr in der Nähe von 4 findet man dieses Verhältnis auch an zahlreichen künstlichen Melilithen, wie man in der Darstellung Bodländers sehen kann.

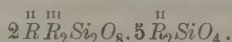
1) Ferner glaube ich, daß Analysen an natürlichen, gereinigten Krystallen für die Feststellung der Zusammensetzung mehr Gewicht haben als jene von Schlacken, welche niemals rein und daher nur schwer analysenreines Material ergeben.

2) Zur Theorie der Silicate. Diese Zeitschr. 1904, 34, 37.

In voller Übereinstimmung mit dieser Annahme sind auch die Untersuchungen von Bourgeois, auf welche man großes Gewicht legen muß, wenn man mit Ebelmen<sup>1)</sup> denkt, daß »la synthèse chimique doit chercher à produire les types des espèces, quand la nature ne les fournit pas à l'état de pureté«. Auf Grund dieser Tatsache und der Theorie Vernadskys können wir die chemische Zusammensetzung des natürlichen Melilith so darstellen:



Die Formel von Des Cloizeaux und Damour wäre dann:



Auch mit dieser Theorie kann man eine ziemlich gute Übereinstimmung mit den Analysen erhalten, sie ist aber weniger gut als die zwei früher erwähnten auch allgemein gültigen Annahmen, so daß jene wahrscheinlicher sind. Unter ihnen ist vielleicht jener Bodländers der Vorzug zu geben.

1) Sur une nouvelle méthode pour obtenir des combinaisons cristallisées par la voie sèche. Second Mémoire. Ann. chim. phys. 1854 (3<sup>e</sup>), **33**, 73.

# XV. Über Tychit, ein neues Mineral vom Boraxsee in Californien, seine künstliche Darstellung und seine Beziehungen zum Northupit.

von

S. L. Penfield und G. S. Jamieson in New Haven.

---

**Historisches.** Das neue Mineral, dessen Beschreibung Gegenstand der vorliegenden Abhandlung ist, wurde ganz zufällig 1895 entdeckt, als Einer von uns (Penfield) einige Mineralien vom Boraxsee im Bezirke San Bernardino in Californien untersuchte. Damals hatte Herr Warren M. Foote aus Philadelphia mitgeteilt, er hätte einige unbekannte Mineralien aus der Gegend des Boraxsees; ihre Untersuchung wurde in unserem mineralogischen Laboratorium in Angriff genommen. Eines der Mineralien, das sich als neu erwies, bestand aus oktaëdrischen Krystallen mit einem Durchmesser, der im Mittel ungefähr 3 mm betrug; Foote schrieb darüber, es wäre ein Magnesium- und Natriumcarbonat und enthielte Chlor. Das zur Untersuchung übersandte Material bestand aus einer großen Zahl oktaëdrischer Krystalle; für einige vorläufige Reactionen wurde davon ein kleiner Krystall ausgewählt; er war vollkommen ausgebildet und erschien in jeder Hinsicht typisch für die gesamte Menge. Auf einem Uhrglase löste er sich unter Aufbrausen in Berührung mit einem Tropfen Salpetersäure; die Lösung gab die Flammenreaction des Natriums; in einem Tröpfchen ließ sich mit Ammoniak und Natriumphosphat Magnesium nachweisen; dagegen versagte die Reaction auf Chlor mit Silbernitrat. Hinsichtlich anderer möglicher Bestandteile war der Gedanke an Schwefelsäure naheliegend; tatsächlich ließ sich mit Baryumchlorid das  $SO_4$ -Radical nachweisen. Dementsprechend benachrichtigten wir Herrn Foote, es müsse offenbar ein Irrtum vorliegen; das übersandte Mineral habe sich als ein Sulfat und nicht als ein Chlorid erwiesen. Hierauf erwiderte Herr Foote, der Irrtum liege im Gegenteil auf unserer Seite; er habe immer Chlorreaction erhalten und den Versuch mit

denselben Resultaten wiederholt. In der That zeigte bei der Wiederholung der Reaction unsererseits jeder Krystall Chlorgehalt. Es war dadurch festgestellt, daß in dem übersandten Material zwei in Oktaëdern krystallisierende Mineralien sich vorfanden; das eine enthielt Schwefelsäure, das andere Chlor; nur zufällig wurde bei der ersten Reaction einer der selteneren Sulfatkrystalle herausgegriffen. Eine vorläufige Notiz über die Chlorverbindung veröffentlichte Herr Foote<sup>1</sup>; er gab dem Mineral den Namen Northupit, nach Herrn C. H. Northup aus San José in Californien, der zuerst das neue Mineral beobachtete und das Material zur Untersuchung lieferte. In chemischer und physikalischer Hinsicht hat dann Pratt<sup>2</sup>, die neue Verbindung vollständig untersucht; er fand die Zusammensetzung  $MgCO_3 \cdot Na_2CO_3 \cdot NaCl$ .

Herr Foote hatte sich von der Existenz eines zweiten, neuen oktaëdrischen Minerals, in Gesellschaft mit dem Northupit, vergewissert und entsprach in liebenswürdiger Weise unserer Bitte, seinen ganzen Vorrat an Krystallen nach New Haven zu senden, um nach dem noch fehlenden Sulfat zu suchen. Die Reactionen wurden in folgender einfacher Weise ausgeführt, wobei in keiner Weise die Stücke beschädigt wurden. Verdünnte Salpetersäure, die etwas Silbernitrat gelöst enthielt, wurde in kleinen Tropfen mittels eines Strohhalmes in Berührung mit jedem Krystalle gebracht. Bei Anwesenheit von Chlor würde sich dabei etwas Chlorsilber bilden und der Flüssigkeitstropfen würde milchig getrübt erscheinen. Unter einigen hundert Krystallen, die auf diese Weise geprüft wurden, gaben nur zwei keine Chlorreaction. Der eine war ein kleines, aber vollkommen ausgebildetes Oktaëder, der andere eine kleine Oktaëdergruppe von weniger guter Ausbildung; zusammen wogen beide ca. 0,10 g. Wir hofften jedoch, genügende Bestimmungen zu erhalten, um eine Formel abzuleiten, wenn wir die Stücke für eine chemische Analyse opferten; allein bevor eine einzige Bestimmung ausgeführt war, ereignete sich mit der Analyse ein Unfall. Wir gaben daher die Hoffnung, die Zusammensetzung des neuen Minerals zu bestimmen, auf, bis andere Krystalle in neuen Mengen von Northupit sich finden würden.

Neuerdings wurde unsere Aufmerksamkeit auf das unbekannte Sulfat gelenkt, als wir in der Sammlung des Herrn L. Cahn aus New York Northupitkrystalle vorfanden, welche uns zwecks Untersuchung zur Verfügung gestellt wurden; allein sie gaben alle die Reaction der Chlorverbindung. In gleicher Weise sandte uns Herr Warren M. Foote aus Philadelphia seinen ganzen Vorrat an Northupit, der aus etwas über 4000 Krystallen bestand; wir fanden darunter ein kleines Oktaëder von 0,0109 g. Seltsamer-

1) Amer. Journ. Sc. 4895 (3), 1, 480.

2) Diese Zeitschr. 1897, 27, 448.

weise fand sich dies unter den letzten zehn Krystallen, welche geprüft wurden; die Hoffnung, das gewünschte Sulfat zu finden, hatten wir bereits aufgegeben.

**Künstliche Darstellung.** Wir glaubten, daß das unbekannte Sulfat nahe verwandt sein müsse mit dem Northupit; letzteren hat de Schulten<sup>1)</sup> künstlich hergestellt; wir vermuteten deswegen, das gesuchte Sulfat ließe sich möglicherweise auch synthetisch herstellen. Indem wir im allgemeinen der Methode von de Schulten folgten, lösten wir 8 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  und 34 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  in 120 ccm Wasser und fügten zu der Lösung 1,4 g  $\text{MgSO}_4$ ; sofort entstand ein amorpher Niederschlag, wahrscheinlich ein basisches Magnesiumcarbonat. Das Gemenge wurde dann auf dem Wasserbade in einer Flasche erhitzt, die leicht verstopft war, um Verdampfung zu verhindern. Indem de Schulten in der oben beschriebenen Weise Chloride statt der Sulfate verwendete, erhielt er in ca. sieben Stunden Northupit in krystallisiertem Zustande. Bei unserem Versuche dauerte die Erhitzung der Lösung ohne Unterbrechung fünf Tage lang, bevor eine Andeutung von Krystallisation zu beobachten war. Inzwischen erhitzten wir ein ähnliches Gemenge in einem geschlossenen Rohre auf hohe Temperatur ohne ein positives Resultat, und hatten bereits die Hoffnung, die gesuchten Krystalle zu erhalten, aufgegeben. Fast zufällig nur blieb die Flasche mit dem Gemenge so lange auf dem Dampfbade stehen. Als die Krystallisation jedoch einmal begonnen hatte, schritt sie offenbar rasch voran und die unlösliche Substanz in der Flasche verwandelte sich fast ganz in oktaëdrische Krystalle; sie waren sehr symmetrisch ausgebildet und von bemerkenswert gleichmäßiger Größe, ca. 0,15 mm im Durchmesser. Nachdem einmal Krystalle vorhanden waren, konnten wir leicht bei einem neuen Versuche durch Einsäen oder Hinzufügen einer kleinen Menge des schon gebildeten Productes in fünfzehn Stunden neue Krystalle erhalten, obwohl zur Beendigung der Reaction immer noch einige Tage nötig zu sein scheinen. Unter dem Mikroskope zeigten alle Krystalle kleine Einschlüsse, wahrscheinlich eines basischen Magnesiumcarbonats; aber die Einschlüsse machten nur einen sehr kleinen Teil der gesamten Menge aus. In Acetylenetetrabromid + Toluol schwammen alle Krystalle oben, wenn das spec. Gewicht 2,594 betrug; beim Verdünnen auf 2,583 sank fast das ganze Material. Das Mittel aus beiden Zahlen 2,588 kann daher als spec. Gewicht des Minerals gelten. Die leichteren Krystalle, welche in der schweren Lösung schwammen, waren reicher an Einschlüssen als jene, die bei 2,583 sanken. Die Krystalle sind ziemlich hart und geben beim Verreiben im Achatmörser ein knirschendes Geräusch. Sie ritzen Calcit und haben wahrscheinlich, wie Northupit, Härte 3,5–4. Im polarisierten Lichte erweisen sie sich als isotrop. Mittelst zweier Flächen, die

1) Bull. soc. fr. min. 1896, 19, 164. Ausz. diese Zeitschr. 29, 423.



an der Spitze eines Oktaëders ein Prisma bilden, ließ sich angenähert der Brechungsindex messen; aber die Flächen war nicht gut genug, um eine größere Genauigkeit als bis in die zweite Decimale zu ermöglichen; der gefundene Wert ist 1,540, während beim Northupit  $n_y = 1,544$  ist.

Das reinste Material, wie es mit einer schweren Lösung sich trennen ließ, gab bei der Analyse die Formel  $2MgCO_3 \cdot 2Na_2CO_3 \cdot Na_2SO_4$ . Folgendes sind die erhaltenen Resultate:

	I.	II.	Berechnet:
$SO_3$	45,08	45,06	45,33
$CO_2$	33,55	33,45	33,72
$MgO$	45,83	45,77	45,33
$Na_2O$	35,49	35,65	35,62
	99,95	99,93	100,00

Die geringen Unterschiede zwischen den aus der Analyse sich ergebenden und den theoretisch sich berechnenden Werten rühren wahrscheinlich von den oben erwähnten kleinen Einschlüssen her, die sich in allen Krystallen finden.

Fein gepulvert löst sich das Mineral weder merklich in heißem Wasser, noch tritt Zersetzung ein. Etwas gepulverte Substanz wurde längere Zeit mit Wasser gekocht und nach dem Filtrieren getrocknet; die Analyse gab 45,21 %  $SO_3$ , während sich theoretisch 45,33 % berechnen. Das Filtrat gab mit Baryumchlorid nur schwache Schwefelsäurereaction.

**Name.** Die Bezeichnung Tychit des neuen und seltenen Sulfates rührt von *τυχη*, Glück, Zufall, her. Das Mineral erhält mit Recht diesen Namen, wenn man bedenkt, daß von allen viertausend untersuchten Krystallen der erste und einer der letzten zehn sich als Sulfat erwies und daß außerdem nur zwei Exemplare sich fanden, nämlich jene, die bei einem verunglückten Versuche, sie zu analysieren, verloren gingen.

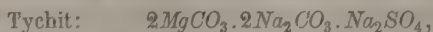
**Vergleich des künstlich hergestellten Salzes mit dem natürlich vorkommenden Mineral.** Ohne Zweifel ist das künstliche Salz identisch mit dem am Boraxsee gefundenen Mineral; beide enthalten dieselben Bestandteile. Sie krystallisieren nicht nur in demselben Systeme, sondern auch beide in Oktaëdern. Sie sind optisch isotrop, obgleich der letzte Tychitkrystall schwache Einwirkung auf das polarisierte Licht zeigte. Diese Einwirkung schien jedoch auf die äußeren Krystallteile beschränkt; Bruchstücke aus dem Innern waren ganz isotrop. Das spec. Gewicht des künstlichen Salzes ist 2,588, das des von Pratt untersuchten Krystalles (dessen Analyse verunglückte, 2,456; beim letzten Krystalle erhielten wir den Wert 2,30. Es enthält dieser jedoch zahlreiche Einschlüsse, denen ohne Zweifel der niedrige Wert des spec. Gewichtes zuzuschreiben ist. So weit noch zu ermitteln war, war der von Pratt untersuchte Krystall sehr weiß und

rein, jedoch nicht in demselben Grade durchsichtig wie die künstlichen Krystalle. Sowohl der von Pratt angegebene Wert 2,456, wie auch die von uns an künstlichen Krystallen gefundene Zahl 2,588 sind etwas höher als das spec. Gewicht des Northupit; es rührt das jedenfalls von der Verschiedenheit in der Zusammensetzung her. Nach Pratt ist das spec. Gewicht des Northupit 2,390; de Schulten bestimmte das des künstlichen Salzes zu 2,377. Mit Hilfe zweier Flächen, welche an der Oktaëderecke ein Prisma bildeten, konnten wir den Brechungsindex des zuletzt gefundenen Krystalles messen. Die Oktaëderflächen waren nicht sehr vollkommen und mußten fast ganz überdeckt werden; so konnten wir nur die äußerste Spitze benutzen, sowohl zur Messung des brechenden Winkels, als zur Messung der Lichtbrechung. Der gefundene Wert  $n_y = 1,508$  stimmt gut mit der Lichtbrechung 1,510 des künstlichen Salzes, besonders wenn man bedenkt, daß in keinem Falle genaue Messungen möglich waren. Ein weiterer Beweis für die Identität des Tychit und des künstlichen Salzes liegt darin, daß am Boraxsee Tychit und Northupit zusammen vorkommen und ohne Zweifel unter ähnlichen Bedingungen entstanden sind, während man im Laboratorium die beiden verwandten Körper unter ganz ähnlichen Bedingungen erhält, indem man nur beim einen Natriumsulfat, beim andern das Chlorid verwendet.

Von den vier gefundenen Tychitstücken waren drei sehr symmetrisch ausgebildete kleine Oktaëder; sie hatten nicht über 3 mm im Durchmesser und waren merklich weißer gefärbt als im Durchschnitt die Northupite. Ihre geringe Größe begünstigte die Entdeckung des neuen Minerals; denn bei der ersten vorläufigen Prüfung wurde eines der kleinsten und hellsten Stücke ausgesucht, sowohl in Rücksicht auf seine ausgesprochene Reinheit, als auch in der Absicht, nicht mehr Material zu verbrauchen als nötig war. Besitzt man Northupitkrystalle und will sie nach Krystallen des neuen Minerals durchsuchen, so muß man nach Tychit unter den kleineren Krystallen sehen. Neuerdings teilte uns Herr Northup mit, daß an seine Aussicht, weitere Krystalle von Tychit oder der Begleitminerale, Northupit und Pirssonit, zu finden, nicht ernstlich zu denken sei, da die alten Boraxwerke jetzt niedergefallen sind. Tychit wird daher ein sehr seltenes Mineral bleiben, bis es glückt, einen neuen Fundort zu entdecken. Den einzigen Krystall, den wir neuerdings gefunden haben, hat Herr Foote der Brush Collection der Sheffield Scientific School geschenkt; hierfür und für das Interesse, mit dem er unsere Untersuchung unterstützte, sei ihm bestens gedankt!

**Vergleichung von Tychit und Northupit.** Die beiden Mineralien, die in so inniger Gesellschaft mit einander vorkommen und beide in Oktaëdern krystallisieren, sind chemisch nahe verwandt; um diese Verwandtschaft zu zeigen, muß man die Northupitformel von Pratt verdoppeln.

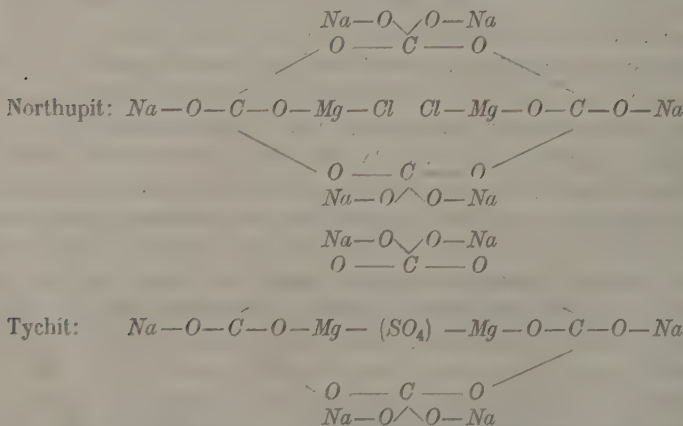
Die Zusammensetzung möge in folgender Weise ausgedrückt sein:



Weiter sind die physikalischen Eigenschaften:

	Spec. Gewicht:	Brechungsindex $n_D$ :
Tychit	2,456 natürlich	1,508 natürlich.
	2,588 künstlich	1,510 künstlich.
Northupit	2,380 natürlich	1,514 natürlich
	2,377 künstlich	

**Theoretisches.** Die vorliegende Abhandlung scheint mehr Interesse zu bieten, als die bloße Beschreibung einer neuen Species. Northupit löst sich etwas langsam in kaltem Wasser und wird durch kochendes Wasser ganz zersetzt unter Abscheidung von Magnesiumcarbonat; Tychit dagegen ist fast unlöslich, selbst wenn man ihn in fein gepulvertem Zustande mit siedendem Wasser behandelt. Abweichend von den meisten unlöslichen Substanzen, welche sofort ausfallen, sobald ihre Constituenten zusammen treffen, bilden sich Northupit und Tychit langsam. De Schulten erhielt Northupit nach siebenstündigem Erhitzen; wir mußten fast eben so viele Tage lang erhitzen, bis wir Tychitkrystalle bekamen. Es scheint diese langsame Bildungsweise darauf hinzudeuten, daß die beiden Körper eine complicierte Molekular-structur haben und daß das Element Zeit für die Anordnung der Atome im Gleichgewicht nötig ist. Die Art der Anordnung ist uns unbekannt; als einfachste und am meisten symmetrische Formeln ergeben sich von selbst folgende:



In diesen Formeln sind die vier C-Atome in einer Ringbildung mit Sauerstoff vereinigt; man kann annehmen, daß diese Anordnung einige Zeit

braucht und daß in ihr die Ursache der Stabilität der Verbindungen liegt. Möglicherweise ist die angenommene symmetrische Anordnung der Atome die Ursache, daß die Körper kubisch krystallisieren; denn in der Regel krystallisieren Salze von hoch complicierter Natur in einem andern als dem kubischen Systeme. Wenn die Formeln richtig sind, so muß man ferner erwarten, daß Tychit in Wasser schwerer löslich ist als Northupit; denn das  $SO_4$ -Radical, das die beiden  $Mg$ -Atome verbindet, würde die letzteren gegen Angriff schützen, während die  $Na$ -Atome ohne Störung des Gleichgewichts im Molekül nicht weggenommen werden könnten. Vielleicht tritt auch die Verbindung der  $Mg$ -Atome durch das  $SO_4$ -Radical im Tychit schwieriger ein als die Combination der beiden  $Cl$ -Atome mit  $Mg$  im Northupit, woraus sich erklärt, daß das Sulfat bei der künstlichen Herstellung längere Zeit beansprucht.

In den genannten Verbindungen spielen zwei Atome Chlor in der einen und das  $SO_4$ -Radical in der andern dieselbe Rolle; sie sind im weiteren Sinne isomorph, d. h. verschiedene Constituenten können in ähnlich constituirte Moleküle eintreten, ohne die Krystallform zu ändern. In einfachen Verbindungen widerspricht es jeder Erfahrung, daß ein Chlorid und ein Sulfat dieselbe Krystallform besitzen würden oder daß sie isomorph wären. In unseren Salzen dagegen nehmen wir an, daß eine bestimmte Anordnung der großen Zahl von  $Na$ -,  $O$ -,  $Cl$ - und  $Mg$ -Atomen durch »Masseneffect«<sup>1)</sup> die Krystallform bestimmt und daß die Rolle der beiden Chloratome in der einen und des  $SO_4$ -Radicals in der andern Verbindung verhältnismäßig unwichtig ist, so daß durch den Eintritt dieser Constituenten ins Molekül die Krystallform nicht geändert wird. Ob es möglich ist, einen Krystall zu erhalten, der die beiden Chloratome und das  $SO_4$ -Radical in isomorpher Vertretung enthält oder auch einen Krystall mit einem Kern des einen Salzes, parallel umwachsen von dem andern, läßt sich jetzt noch nicht feststellen. Allein Versuche in dieser Richtung, welche dartun sollen, bis zu welchem Grade auf zwei so verschiedene Radicale wie  $Cl_2$  und  $SO_4$ , unter dem Einfluß des »Masseneffectes« die Principien der Isomorphie sich anwenden lassen, werden ausgeführt und sollen den Gegenstand einer späteren Mitteilung bilden. Bei einem vorläufigen Versuche, der ein Product mit einem Gehalte an  $Cl_2$  und  $SO_4$  ergeben sollte, erhielten wir einige kleine oktaëdrische Krystalle, die weder  $Cl$ - noch  $SO_4$ -Reaction gaben. Im Aussehen waren sie in jeder Hinsicht den künstlichen Krystallen des Tychit und Northupit ähnlich. Unter dem Mikroskope erschienen die Krystalle voll von Einschlüssen und hatten offenbar bei der Bildung eine ungewöhnlich

4 Vergleiche die Anwendung der »Masseneffect«-Wirkung auf Turmalin (Penfield und Foote, diese Zeitschr. 1899, **31**, 349) und auf die Mineralgruppe: Alunit-Jarosit (Hillebrand und Penfield, ebenda 1902, **36**, 554).

große Menge von amorphem Magnesiumcarbonat eingeschlossen. Wir vermuteten sogleich und richtig, die Verbindung könnte ganz ähnlich dem Northupit und Tychit sein mit dem Unterschiede, daß an Stelle von  $Cl_2$  und  $SO_4$  ein  $CO_3$ -Radical stehe, nämlich  $2MgCO_3 \cdot 2Na_2CO_3 \cdot Na_2CO_3$  (vergl. S. 240). Eine kleine Menge des ziemlich unreinen Productes wurde analysiert; es wurde dabei fast die theoretische  $CO_2$ -Menge gefunden; aber der  $MgO$ -Gehalt war zu hoch, der  $Na_2O$ -Gehalt zu niedrig, was zu erwarten war. Später soll versucht werden, das Salz in reinem Zustande zu erhalten, und dann die ausführlichere Beschreibung erfolgen.

---



# XVI. Über einige Salze der Chlor-, Brom- und Jodsäure.

Von

A. Ries in Bamberg.

(Mit 6 Textfiguren.)

Der Verfasser hatte die Absicht, die Polymorphieverhältnisse der Chlorate, Bromate und Jodate der Alkalimetalle näher zu untersuchen, erfuhr aber von Herrn Prof. Bäckström in Stockholm, daß dieser in Gemeinschaft mit Herrn Aminoff den gleichen Plan verfolge, und verzichtete daher auf die Fortsetzung der Untersuchung. Da er jedoch von den Salzen  $\text{ClO}_3\text{K}$ ,  $\text{BrO}_3\text{K}$ ,  $\text{JO}_3\text{K}$  und  $\text{JO}_3\text{NH}_4$  genauere Messungen ausführen konnte, als die früheren Beobachter, und diesen Teil seiner Untersuchung bereits abgeschlossen hatte, so mögen im folgenden die Resultate, welche die genannten Salze betreffen, mitgeteilt werden.

## Kaliumchlorat $\text{KClO}_3$ .

Gemessen von Brooke, Ann. of Philos. 1823, 21, 451, und C. F. Rammelsberg, Handb. der krystallograph. Chemie, Berlin 1855, 137 ff.

Da ich mich bei Messung eines sehr gut spiegelnden Krystalles dieses Salzes überzeugte, daß meine Messungen von denen Brookes und Rammelsbergs sehr stark abweichen, nahm ich an einer Reihe vorzüglich ausgebildeter Krystalle neue Messungen vor. Im folgenden ist die Aufstellung der Krystalle von Brooke und Rammelsberg l. c. beibehalten.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 0,8334 : 1 : 1,2673; \quad \beta = 109^\circ 42'.$$

Beobachtete Formen:  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $r\{\bar{1}01\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $o\{\bar{1}11\}$ ,  $d\{101\}$ ,  $a\{100\}$ . Brooke beobachtete rhomboëderähnliche Krystalle, bei welchen  $c$  und  $m$  gleich groß ausgebildet waren; außerdem traten noch auf  $r\{\bar{1}01\}$  und  $q\{011\}$ <sup>1)</sup>. Rammelsberg fand noch das auch von mir nicht selten

1) Von Rammelsberg l. c. irrtümlicherweise als  $\frac{o'}{2}\{\bar{1}12\}$  angegeben.

beobachtete  $o\{111\}$ . Auch  $a\{100\}$  ist von mir nicht selten beobachtet worden an Krystallen, die ich durch Abkühlen heißer wässriger Lösungen erhielt. Sehr selten nur fand ich  $d\{101\}$ . Die von mir untersuchten Krystalle waren teils rhomboëderähnlich (Fig. 1), besonders jene, welche sich zuletzt aus den Mutterlaugen bildeten, teils mehr oder minder dünn-  
tafelig nach  $e\{001\}$  mit rhombischem Umriß (Fig. 2), teils langprismatisch

Fig. 1.

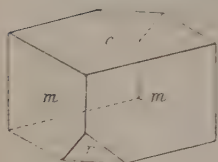


Fig. 2.

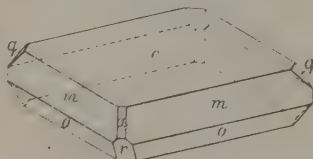
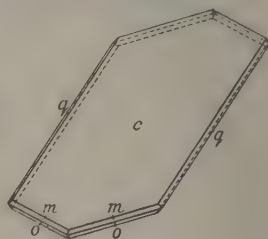
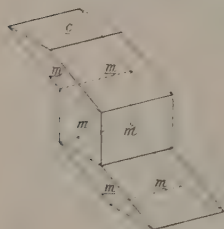


Fig. 3.



nach  $m\{110\}$ . Auch beobachtete ich einmal sehr große (bis 3 cm lange, nach der  $a$ -Axe verlängerte dünne Tafeln nach  $e\{001\}$ , an welchen  $m$ ,  $q$  und  $o$  als äußerst schmale Randflächen entwickelt waren (Fig. 3). Dieselben hatten sich beim Verdunsten der wässrigen Lösung an der Luft gebildet. Krystalle vom gleichen Habitus entstehen auch regelmäßig durch Verdunstung wässriger Lösungen, die viel jodsaures Kali enthalten.

Fig. 4.



Die meisten der von mir beobachteten Krystalle waren nach  $e\{001\}$  verzwilligt. In Fig. 4 ist ein makroskopisch als Drilling erscheinender Krystall abgebildet. Jedes der drei Drillingsindividuen ist aber, wie eine Beobachtung im parallelen polarisierten Lichte lehrt, zusammengesetzt aus einer Unzahl von Lamellen, welche sich nach  $e\{001\}$  in Zwillingstellung befinden. Bemerkenswert ist noch, daß von den alternierenden Lamellen die der einen Stellung sehr dünn und die der andern viel dicker sind, so

daß das ganze Gebilde wie ein einheitlicher Krystall spiegelt. Die spiegelnden Flächen werden, wie aus dem Gesagten ersichtlich ist, aus den Prismenflächen der dicken Lamellen zusammengesetzt.

Berechnet:

Beobachtet:

Ries:

Brooke:

Rammelsberg:

$$a : c = (100) : (001) = 70^\circ 18'$$

$$70^\circ 20'$$

$$—$$

$$—$$

$$m : m = (110) : (1\bar{1}0) \quad —$$

$$*76 \ 13$$

$$76^\circ \ 0'$$

$$75^\circ 38'$$

$$c : m = (001) : (110) \quad —$$

$$*74 \ 37$$

$$74 \ 30$$

$$74 \ 25$$

$$c : o = (001) : (111) \quad 73 \ 22$$

$$73 \ 11$$

$$—$$

$$74 \ 25$$

$$c : r = (001) : (101) \quad —$$

$$*74 \ 44$$

$$73 \ 45 \text{ approx. } —$$

	Berechnet:	Beobachtet:		
		Ries:	Brooke:	Rammelsberg:
$a : r = (\overline{1}00) : (\overline{1}01) = 38^{\circ}28'$		$38^{\circ}33'$	—	—
$r : o = (\overline{1}01) : (\overline{1}11) = 38 \ 15$		$38 \ 24$	—	—
$c : d = (001) : (101) = 43 \ 26$		$43 \ 54$	—	—
$m : o = (\overline{1}10) : (\overline{1}11) = 30 \ 4$		$29 \ 56$	—	$30^{\circ}54'$
$c : q = (001) : (011) = 50 \ 2$		$50 \ 4$	—	—
$m : q = (110) : (011) = 49 \ 57$		$49 \ 59$	—	—
$m : q = (\overline{1}10) : (011) = 72 \ 23$		$72 \ 48$	—	—
$m : r = (\overline{1}10) : (\overline{1}01) = 54 \ 58$		$54 \ 57$	—	—

Vollkommene Spaltbarkeit nach  $c\{001\}$  und  $m\{110\}$ .  $a\{100\}$  ist eine Ebene sehr vollkommener Gleitung. Verschiebungen nach dieser Fläche können leicht dadurch hervorgebracht werden, daß man ein feines Spaltungsmesserchen auf die Basisfläche  $c\{001\}$  aufsetzt und Spaltflächen nach  $m\{110\}$  erzeugt. Durch den hierbei ausgeübten Druck entstehen zahlreiche Verschiebungen nach  $a\{100\}$  und die vorher ebene Fläche  $c\{001\}$  weist darnach im Mikroskop zahlreiche treppenförmige Absätze  $\parallel a\{100\}$  auf, hauptsächlich an der Stelle, wo die Schneide des Messers aufgesetzt war.

Optisch zweiachsig. Optische Axenebene senkrecht zu  $b\{010\}$ . Sehr deutliche horizontale Dispersion.  $v > q$ . Doppelbrechung negativ.  $2E = 43^{\circ}$  ca. Rammelsberg l. c. gibt denselben zu  $28^{\circ}$  ca. an. Sämtliche Präparate aber, die ich anfertigte, ergaben immer den gleichen von mir oben angegebenen Wert. Die erste Mittellinie ist angenähert  $\parallel$  der Hauptaxe des Pseudorhomboëders, welches von  $c$  und  $m$  gebildet wird. Sehr dünne Blättchen nach  $c$ , welche feine lamellare Zwillingbildung nach eben dieser Fläche besitzen, geben im convergenten Lichte die Interferenzfiguren beider Lamellensysteme, deren  $2E = 43^{\circ}$  ca. ist. Die Spuren der beiden Axenebenen sind einander parallel, und die scheinbare Winkeldistanz ihrer beiden ersten Mittellinien beträgt, durch  $c$  gesehen, wenig mehr als  $121^{\circ}$ . Zwischen den Lemniscaten beider Axenebenen verlaufen zahlreiche feine Interferenzstreifen. Auch Blättchen nach  $c$ , welche das von G. G. Stokes beschriebene Reflexionsphänomen<sup>4)</sup> zeigen, und, wie ich mich überzeuge, aus vielen dünnen Zwillinglamellen aufgebaut waren, geben im convergenten Lichte die Interferenzerscheinungen der beiden Lamellensysteme mit zahlreichen Streifen.

4) G. G. Stokes, On a remarkable phenomenon of crystalline reflection. Nature 1885, **31**, 565. Ref. diese Zeitschr. **12**, 544.

### Kaliumbromat $KBrO_3$ .

Dasselbe wurde lange Zeit für kubisch gehalten, bis Rammelsberg<sup>1)</sup> durch Messung zweier Winkel die Unrichtigkeit dieser Annahme nachwies. Von J. Ch. G. de Marignac<sup>2)</sup> wurde die Hemimorphie erkannt und von Traube (diese Zeitschr. **23**, 577) durch den Nachweis der polaren Pyroelektricität und durch Ätzfiguren bestätigt.

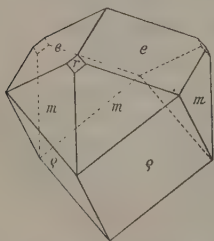
Ditrigonal pyramidal.

$$\alpha = 85^\circ 57'.$$

Beobachtete Formen:  $\rho\{100\}$ ,  $m\{10\bar{1}\}$ ,  $e\{101\}$ ,  $\varepsilon\{10\bar{1}\}$ ,  $r\{100\}$ ,  $c\{111\}$ . Marignac erhielt die Krystalle in dreifacher Ausbildung durch Variation der Krystallisationsbedingungen: Aus salpetersäurehaltiger Lösung krystallisierten sehr kleine, glänzende Kryställchen, an welchen lediglich das primäre Rhomboëder, d. h. die Combination  $\rho$  und  $r$ , ausgebildet war. Aus einer wässrigen Lösung des Salzes entstanden »sehr kleine, wirr durcheinander liegende Krystalle; diejenigen, welche deutlich erkennbar sind, haben die Gestalt von Rhomboëdern, die innerlich parallel zu den (Außen-) Flächen des hexagonalen Prismas ausgehöhlt sind; das eine Ende ist ziemlich rein, das andere besteht aus stufenartigen Flächen, die denen des oberen Endes parallel sind«. Aus bromkaliumhaltiger Lösung erhielt Marignac Krystalle von ausgesprochen hemimorphem Charakter. Am einen Ende war  $\rho$  ausgebildet, am andern  $e$  und  $c$ . Die Krystalle waren tafelförmig nach einer Fläche des primären Rhomboëders, die an beiden Polen vorherrschend ausgebildet war.

Ich versuchte die Krystallisation dieses Salzes durch langsame Abkühlung in der Hitze gesättigter Lösungen, erhielt aber hierbei nur Krystallaggregate, an denen keine Messungen möglich waren. Als ich hierauf eine wässrige Lösung des Salzes bei constanter Temperatur von  $6^\circ$  C. über

Fig. 5.



Schwefelsäure verdunsten ließ, erhielt ich sehr kleine, aber wohlausgebildete Krystalle von vorzüglicher Flächenbeschaffenheit. Am oberen Pole war  $e\{101\}$  vorherrschend und  $r\{100\}$  sehr klein ausgebildet. Am unteren Pole war oft nur  $\rho\{100\}$  allein vorhanden, wie Fig. 5 zeigt. Bisweilen waren die Polkanten von  $\rho\{100\}$  noch durch sehr schmale Flächen von  $\varepsilon\{10\bar{1}\}$  abgestumpft. Das Prisma  $m\{10\bar{1}\}$  war immer ausgebildet. Da die Krystalle so gut ausgebildet waren, daß die drei Polkanten

ein und desselben Krystalles bei der Messung identische Werte ergaben, nahm ich an vier Krystallen Messungen vor.

1) C. F. Rammelsberg, Handbuch der kristallographischen Chemie, Berlin 1855, 143.

2) Annales des Mines 1857, **22**, 61.

	Berechnet:	Gemessen.			
		Ries:	Traube:	Marignac:	Rammelsb.:
$\rho : \rho = (\bar{1}00) : (00\bar{1}) =$ —		*93° 47'	93° 39'	93° 42'	94° 30'
$\rho : m = (\bar{1}00) : (\bar{1}01) =$ 43° 6'	43 3	43 3	43 15	—	—
$e : e = (101) : (110) =$ 64 34	64 34	—	64 38	—	—
$e : r = (101) : (100) =$ 46 54	46 50	46 54	46 50	47	—
$c : e = (111) : (101) =$ 38 5	—	—	38 44	—	—
$c : \rho = (111) : (\bar{1}00) =$ 122 32½	—	—	122 46	—	—

Soviel ich bemerkte, spalten die Krystalle deutlich nach  $c\{111\}$ .  
Optisch einaxig und negativ.

### Kaliumjodat $KJO_3$ .

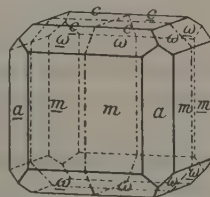
Von Marignac und Eakle (diese Zeitschr. **26**, 577) als kubisch krystallisierend beschrieben. Durch Verdunstung über Schwefelsäure im Vacuum bei ca. 6° C. erhielt ich ziemlich große und durchsichtige Krystalle, welche Messungen und teilweise optische Untersuchungen ermöglichten. Nach meinen Bestimmungen ist das

Krystallsystem monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,0089 : 1 : 1,4394; \quad \beta = 90^\circ 45' 1).$$

Beobachtete Formen:  $m\{110\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $o\{112\}$ ,  $\omega\{1\bar{1}2\}$ . Die Krystalle sind meist würfelförmig, wobei  $m$  und  $c$ , welche das hexaëderähnliche Aussehen bedingen, im Gleichgewichte ausgebildet sind. Krystalle, welche nach der  $c$ -Axe verlängert sind, sind ganz selten; häufiger herrscht  $\{001\}$  vor.  $a$ ,  $b$ ,  $o$  und  $\omega$  treten als fast gerade Abstumpfungen der würfelförmlichen Kanten auf, die zwischen den  $m$ -Flächen einerseits und den  $m$ - und  $c$ -Flächen andererseits liegen. Die Combination aller Flächen bildet anscheinend einen Würfel, dessen Kanten durch die Dodekaëderflächen abgestumpft werden, welch' letztere bald nur schmal, bald aber auch ziemlich stark entwickelt auftreten. Diese würfelförmlichen Krystalle sind aber nicht einheitlich, sondern immer aus vier, selbst ebenso würfelförmlichen Krystallindividuen zusammengesetzt, die nach der Fläche  $m$  sich in Zwillingsstellung befinden (s. Fig. 6). Schon makroskopisch bemerkt man, daß die Prismenflächen  $m$  entlang einer vertical verlaufenden

Fig. 6.



1) Die Krystalle besitzen offenbar eine Structur, welche einer kubischen außerordentlich nahe steht. Wollte man dies durch die Elemente zum Ausdruck bringen, so müßte man die Flächen  $m$ ,  $m$ ,  $c$  zu Axenebenen, die Kanten  $[110, 1\bar{1}0]$ ,  $[110, 001]$  und  $[1\bar{1}0, 001]$  zu Axen,  $a$  als  $\{110\}$  und  $o$  als  $\{101\}$  nehmen. Man erhielte dann drei sehr nahe rechtwinklige Axen mit fast genau gleichen Längen.



Linie geknickt sind und nicht einheitlich das Licht reflectieren. Ebenso sind auf der  $c$ -Fläche zwei sich kreuzende, den Pseudowürfelkanten parallel verlaufende Knickungslinien unschwer zu bemerken. Bei Messungen mittels des Goniometers erhält man von der Basisfläche  $c$  vier Signalbilder, entsprechend den vier Basisflächen der vier das ganze Gebilde zusammensetzenden Krystallindividuen.

Für die Winkelmessungen habe ich durchwegs Krystalle verwendet, die scharfe, einheitliche Signalbilder lieferten. Trotzdem divergieren die erhaltenen Winkelwerte der Krystalle bis zu  $40'$  unter einander.

	Berechnet:	Beobachtet:
$a : m = (100) : (\bar{1}10) =$	—	$*45^{\circ}45'$
$a : c = (\bar{1}00) : (001)$	—	$*90 \ 45$
$c : m = (001) : (\bar{1}10)$	$90^{\circ}32'$	$90 \ 33$
$c : \omega = (001) : (\bar{1}12)$	—	$*45 \ 23$
$c : o = (001) : (112)$	$44 \ 37\frac{1}{2}$	$44 \ 36$
$o : m = (\bar{1}1\bar{2}) : (\bar{1}10)$	$44 \ 50$	$44 \ 50$
$\omega : m = (\bar{1}12) : (\bar{1}10)$	$45 \ 9$	$45 \ 9$
$a : a = (\bar{1}12) : (\bar{1}\bar{1}2)$	$60 \ 44$	$60 \ 44$
$a : \omega = (\bar{1}00) : (\bar{1}12)$	$60 \ 32$	$60 \ 32$
$a : o = (\bar{1}00) : (\bar{1}1\bar{2})$	$59 \ 28\frac{1}{2}$	$59 \ 29$

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Farblos; hohe Lichtbrechung mit Diamantglanz. Starke Doppelbrechung. Optisch zweiaxig.  $2E = \text{ca. } 45^{\circ}$ . Dispersion schwach,  $v > q$ , Charakter der Doppelbrechung negativ. Die optische Orientierung konnte ich nicht constataren. An mikroskopisch kleinen Vierlingskrystallen beobachtete ich, daß alle vier Individuen gleichzeitig dunkel sind, wenn die  $b$ - und  $a$ -Axen mit den Schwingungsrichtungen der Nicols zusammenfallen.

### Ammoniumjodat $NH_4JO_3$ .

Die Krystalle dieses Salzes wurden anfänglich für kubisch angesehen, später beschrieb Marignac<sup>1)</sup> dieselben als tetragonal. Das rhombische Krystallsystem wurde von A. S. Eakle<sup>2)</sup> festgestellt. Marignac und Eakle lagen für ihre Untersuchungen nur undurchsichtige, höchstens durchscheinende Krystalle vor, welche für optische Untersuchungen wenig geeignet waren. Durch sehr verlangsamte Abkühlung heißer wässriger Lösungen des Salzes erhielt ich dasselbe in wasserklaren Kryställchen, welche vorzügliche Flächen besaßen, so daß ich sehr genaue Messungen vornehmen konnte. Die im folgenden von mir als beobachtet angegebenen Winkelwerte sind Mittel aus Messungen an drei Kryställchen. Die Messungen differierten im ungünstigsten Falle nur um 4 Minuten.

1) Annales des Mines 4856, 9, 33, 34.

2) Diese Zeitschr. 26, 578.

Rhombisch bipyramidal<sup>1)</sup>.

$$a : b : c = 0,9951 : 1 : 1,4299.$$

Beobachtete Formen:  $m\{110\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $r\{101\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $o\{111\}$ ,  $p\{112\}$ ,  $t\{021\}$ ,  $d\{201\}$ .

Marignac hatte beobachtet:  $c$ ,  $a$ ,  $m$ ,  $q$ ,  $r$  und  $p$ , oder  $c$ ,  $m$ ,  $t$ ,  $d$ ,  $o$ , oder  $c$ ,  $m$ ,  $r$ ,  $q$ ,  $p$ ,  $o$ .

Eakle beobachtete an Krystallen, die bei  $10^0$  und  $20^0$  C. entstanden waren,  $c$  und  $m$  vorherrschend ausgebildet; daneben traten noch auf  $r$ ,  $q$ ,  $o$  und  $p$ . Bei  $70^0$  C. erschienen würfelförmige Krystalle, gebildet von  $m$  und  $c$ , welche nach  $p$  kreuzförmige Zwillinge bildeten.

Die von mir durch Abkühlung erhaltenen Krystalle hatten  $c$  und  $m$  als herrschende Formen. Daneben waren immer noch vorhanden  $r$  oder  $q$ ,  $a$  oder  $b$ , und immer  $o$ . Die übrigen oben angegebenen Flächen erschienen vereinzelt. Sämtliche von mir auf die oben angegebene Weise erhaltenen Krystalle waren Vierlinge nach  $m\{110\}$  von demselben Ansehen, wie die des Kaliumsalzes (Fig. 6), nur mehr nach der Verticalaxe verlängert. Auch bei  $6^0$  C. und bei  $70^0$  C. erhielt ich das Salz durchgängig in Vierlingen. Ich beobachtete regelmäßig, daß einzelne dünnere Zwillinglamellen zwischen die großen Vierlingsindividuen eingeschaltet sind.

Da die Zwillingsebene  $m\{110\}$  mit  $a\{100\}$  und  $b\{010\}$  fast genau  $45^0$ , nämlich  $45^0 8\frac{1}{2}'$  bzw.  $44^0 51\frac{1}{2}'$  bildet, müssen bei einem solchen Vierlingskrystalle immer je zwei unmittelbar aneinander grenzende, aber verschiedenen Individuen angehörige Prismenflächen nahezu in eine Ebene zu liegen kommen und eine scheinbar einheitliche Prismenfläche erzeugen; ebenso müssen die entsprechenden Pyramidenflächen sich verhalten. Die Basisflächen der vier Individuen fallen in eine Ebene. Von den Domen  $r$  und  $q$  kann, wenn die einspringenden Winkel derselben durch vorherrschende Ausbildung der Pyramiden  $p$  oder  $o$  — wie es tatsächlich immer bei meinen Krystallen der Fall war — verschwinden, immer nur  $r$  oder  $q$  ausschließlich auftreten, nämlich  $r\{101\}$ , wenn die Prismen einen ausspringenden und  $q\{011\}$ , wenn die Prismen einen einspringenden Winkel bilden. Dadurch gewinnt aber das Vierlingsgebilde eine tetragonale Pseudosymmetrie in seinen Endflächen  $q$  und  $r$ , welche als Pyramiden II. Ordnung mit je vier Flächen am oberen und unteren Ende des Krystalles entwickelt sind. Der letztere Umstand wird Marignac, der eine optische Untersuchung mangels durchsichtiger Krystalle nicht anstellen konnte, veranlaßt haben, auf Grund der Messung allein die Krystalle als tetragonal aufzufassen. Läßt man das Licht einer entfernten Lichtquelle auf die Prismenflächen

1, Wenn dieses Salz, wie die nahe Übereinstimmung der Winkel und die Zwillingbildung es wahrscheinlich macht, mit dem Kaliumsalze isomorph und monoklin ist, so kann der Winkel  $\beta$  nur außerordentlich wenig von  $90^0$  abweichen.

fallen und beim Drehen der Krystalle um die  $c$ -Axe reflectieren, so bemerkt man, wie immer nur ein Teil der scheinbar einheitlichen Fläche reflectiert; letztere erscheint nach vertical herablaufenden, der Prismenkante ungefähr parallel verlaufenden Grenzen geknickt. Zwei derartige Vierlingskrystalle bilden wieder einen Durchkreuzungszwilling nach  $p\{112\}$ , der fast genau die Gestalt eines aus zwei rechtwinkligen Balken bestehenden Kreuzes hat, da  $c:p = 43^{\circ}23'$  ist. Derartige Durchkreuzungszwillinge erhält man leicht, wenn größere Mengen des Salzes aus heißer gesättigter Lösung durch langsame Abkühlung sich ausscheiden.

	Berechnet:	Beobachtet.		
		Ries:	Marignac:	Eakle:
$c : q = (004) : (011) =$ —		$*55^{\circ} 2'$	$55^{\circ} 6'$	$55^{\circ} 6'$
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	$89^{\circ} 43'$	$89 \ 43$	—	$89 \ 42$
$c : p = (004) : (112)$	$45 \ 23$	$45 \ 26$	$45 \ 30$	$45 \ 26$
$c : o = (001) : (111)$	$63 \ 44\frac{2}{3}$	$63 \ 46$	$63 \ 45$	$64 \ 46$
$c : r = (004) : (101)$	—	$*55 \ 40$	—	$55 \ 40$
$m : q = (110) : (011)$	$54 \ 41$	—	$54 \ 34$	$54 \ 38$
$m : r = (110) : (101)$	$54 \ 25$	$54 \ 24$	—	—
$o : q = (111) : (011)$	$39 \ 28\frac{1}{2}$	$39 \ 31$	—	—
$o : r = (111) : (101)$	$39 \ 44\frac{1}{2}$	—	—	—

Lebhafter Diamantglanz. Optisch zweiaxig. Doppelbrechung stark. Axenebene  $\parallel c\{001\}$ . Bei den Vierlingen, die ich untersuchte, waren im convergenten polarisierten Lichte auf den geknickten Prismenflächen und zwar auf allen vier Flächen die Interferenzbilder je zweier optischer Axen sichtbar, welche verschiedenen Individuen angehören. Die scheinbare Winkeldistanz von je zweien auf den Prismenflächen schief stehenden und verschiedenen Zwillingseindividen angehörenden optischen Axen ist ca.  $70^{\circ}$ . Nach Eakle sind die Krystalle optisch +.

### Rubidiumjodat $RbJO_3$ ,

nach S. Eakle kubisches Salz, ist isomorph dem Ammoniumsalz und besitzt die gleiche Zwillinge- bzw. Vierlingsbildung. Zwischen die Vierlingsindividuen sind ebenfalls öfters dünne Lamellen eingeschaltet.

Doppelbrechung und Lichtbrechung stark. Auf den vertical geknickten Prismenflächen sind wie beim Ammoniumsalz je zwei optische Axen sichtbar, deren jede einem andern Individuum angehört. Ihre scheinbare Winkeldistanz ist etwas größer als beim Ammoniumsalz.

## XVII. Auszüge.

---

**1. C. Rimatori** (in Cagliari): **Über den wismuthaltigen Bleiglanz von Rosas (Sulcis) und Blenden von verschiedenen sardinischen Fundorten** (Rendiconti R. Accad. Lincei 4. sem. 1903 (5<sup>a</sup>), **12**, 263—269).

In der Grube von Rosas wurde ein Bleiglanz gefunden, welcher sich als wismuthaltig erwies. Nach den Nachrichten des Herrn Cappa, Directors der Grube, kommt er in einem Ganglager vor, dessen Richtung N.-S. ist. Dieses liegt an Contact zwischen einem schwarzen, kieselhaltigen Kalk und veränderten, weißen Schichten, und besteht aus Diabas mit reichen Verdichtungen von Metallsulfiden, hauptsächlich Zinkblende, ferner Bleiglanz, Pyrit, Kupferkies.

Die Bleiglanzkrystalle zeigen die Combination {100}, {111} mit dem Würfel vorherrschend; spec. Gew. bei 19,1° = 7,42. Die Analyse ist unter I. zu sehen. Verf. hat auch sechs Zinkblenden analysiert, nämlich:

1. Zinkblende von Rosas. Sie bietet ziemlich entwickelte Krystalle, starken Diamantglanz, schwarze Farbe, dunkelrotes Pulver. Spec. Gew. bei 19,1° = 4,03. Analyse unter II.

2. Zinkblende von Argentiera della Nurra. Die Krystalle sind selten, schlecht und flächenarm. Spec. Gew. bei 12,3° = 4,04. Analyse unter III.

3. Zinkblende von Montevecchio aus dem Bergwerk Fürst Tommaso. Auch hier sind die Krystalle selten, manchmal stark glänzend und mit einer ins hyazintrote spielenden Farbe. Das Pulver ist hellrötlichgrau. Spec. Gew. bei 13,7° = 4,05. Analyse unter IV.

4. Zinkblende von Giovanni Bonu (Sarrabus). Pulver gelblichgrau; spec. Gew. bei 12,8° = 4,04. Analyse unter V.

5. Zinkblende von Riu Planu Castangias. Krystallinische Massen von schwarzer Farbe und dunkelrötlichem Pulver. Spec. Gew. bei 14,5° = 3,98. Analyse unter VI.

6. Zinkblende von Rio Ollorchi, in der Umgegend von Seneghe. Schöne Krystalle {111}, {111}, {110}, {211}, nach Lovisato. Die krystallinischen Massen, welche analysiert wurden, sind sehr unrein. Pulver dunkelgrau. Spec. Gew. bei 15,6° = 3,89. Analyse unter VII.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
<i>S</i>	13,09	33,64	33,39	32,94	32,37	33,90	32,78
<i>Ag</i>	0,02	—	—	—	—	—	—
<i>Pb</i>	85,43	—	1,16	Spur	Spur	—	—
<i>Fe</i>	0,04	8,79	4,17	2,33	2,57	12,46	2,62
<i>Zn</i>	0,15	58,15	61,20	63,36	63,63	53,55	64,06
<i>Bi</i>	0,11	—	—	—	—	—	—
<i>Cd</i>	—	Spur	0,14	0,95	0,93	0,09	Spur
Gang	—	—	0,56	0,40	—	—	—
<i>Cu</i>	—	—	—	Spur	Spur	—	Spur
	98,84	100,58	100,62	99,98	99,50	100,00	99,46

Die Zinkblende von Rio Olorchi entspricht besser als die anderen der Formel  $ZnS$ ; jene von Rio Planu Castangias gehört zum Marmatit.

Ref.: F. Zambonini.

**2. G. Bruni und M. Padoa** (in Bologna): **Neue Untersuchungen über die festen Lösungen und den Isomorphismus** (Rendiconti R. Accad. Lincei 1. sem. 1903 (5<sup>a</sup>), **12**, 348—355. Gazz. chim. ital. 1904, **34a**, 133—143).

In Anknüpfung an frühere Untersuchungen (siehe diese Zeitschr. **40**, 96), teilen die Verf. in der vorliegenden Abhandlung die Resultate ihrer Versuche mit, um festzustellen, ob Isomorphismus oder Bildung von Mischkrystallen zwischen organischen Verbindungen mit einem Atom *Cl*, *Br* oder *I*, resp.  $NO_2$  vorliegen. Sie erwähnen, daß Isomorphie- oder Morphotropiebeziehungen in ziemlich zahlreichen Fällen existieren.

Die Halogen- und Nitroderivate des Benzols wurden untersucht. Die allgemeinen Schlüsse sind folgende:

1. Wenn man die Nitroderivate in den entsprechenden Chlor-, Brom- und Jodderivaten auflöst, so ist die Bildung einer festen Lösung zu beobachten, welche durch eine deutliche Anomalie in der Gefrierpunktserniedrigung charakterisiert ist.

2. Wenn man die Halogenderivate in den entsprechenden Nitroverbindungen auflöst, so ist die Anomalie schwach oder ganz fehlend.

Es ist zu bemerken, daß die Nitroderivate höher schmelzen als die entsprechenden Halogenverbindungen, was die kryoskopischen Anomalien im ersten Falle steigern, im zweiten vermindern muß.

Es wurden gelöst: Chlor-, Brom- und Jodbenzol in Nitrobenzol; p-Chlornitrobenzol in p-Bichlorbenzol; p-Bromnitrophenol in p-Bibrombenzol; p-Nitrotoluol in p-Brom- und p-Jodtoluol; Methyl-p-Nitrobenzoat in Methyl-p-Brombenzoat;  $\alpha$ -Bromnaphthalin in  $\alpha$ -Nitronaphthalin;  $\beta$ -Nitronaphthalin in  $\beta$ -Chlor-, Brom- und Jodnaphthalin.

Die einzige Ausnahme der oben erwähnten Regeln bilden  $\beta$ -Nitronaphthalin und  $\beta$ -Jodnaphthalin; durch Auflösen des ersten in dem zweiten ist keine Anomalie zu bemerken.

Ref.: F. Zambonini.

**3. E. Tacconi** (in Pavia): **Über einige Mineralien des Granits vom Montorfano** (Rendiconti R. Accad. Lincei 1. sem. 1903 (5<sup>a</sup>), **12**, 355—359).

In der vorliegenden Notiz beschreibt Verf. einige Mineralien, welche im Granit vom Montorfano noch nicht gefunden worden waren, nämlich Gadolinit, Turmalin und Fluorit.



Von Gadolinit (welcher im Granit von Baveno schon bekannt ist) fand Verf. nur einen einzigen Krystall, welcher in einer Quarz-Feldspatmasse eingebettet war. Die Farbe ist schwarzbraun auf den Flächen, dunkelolivengrün auf dem Bruch. Der Winkel der optischen Axen ist groß, der Pleochroismus sehr schwach; die Brechungsexponenten müssen größer als 1,775 sein. Mikrochemisch wurde die Anwesenheit des Yttriums festgestellt.

Der Turmalin bildet kleine, dunkelgrüne, braune oder schwarze Massen, sowie auch nach der Hauptaxe verlängerte Krystalle ohne Endflächen, oft zerbrochen oder gekrümmt. Der Turmalin wurde in einer Feldspatmasse, von Quarz, etwas Fluorit, Muscovit und Chlorit begleitet, gefunden. Spec. Gew. bei  $14^0 = 3,24$ . Der Pleochroismus war:  $\varepsilon$  = hellbraun bis farblos,  $\omega$  = schmutziggelb bis dunkelbraun, durch Vergleichung mit bekannten Flüssigkeiten fand Verf.:  $\varepsilon = 1,633$  ca.,  $\omega \approx 1,658$  bei  $14^0$ .

Der Fluorit ist ziemlich selten und begleitet den Turmalin; er zeigt kleine farblose, auch gelbliche oder hellbläulichgrüne Würfel.

Endlich erwähnt Verf. einen großen Feldspatkrystall, welcher ein Bavenoer Zwilling ist und die Formen  $\{010\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{021\}$ ,  $\{111\}$  zeigt; er besteht aus Mikroklin in regelmäßiger Verwachsung mit einem anderen Feldspat, welcher nicht bestimmt werden konnte. Er wurde in einer fast völlig aus verändertem Laumontit bestehenden Masse, neben großen Calcit- und Quarzkrystallen gefunden.

Vier sehr kleine Kryställchen sind vielleicht Baryt.

Ref.: F. Zambonini.

**4. M. Padoa** (in Bologna): **Neue Untersuchungen über die festen Lösungen und den Isomorphismus** (Rendiconti R. Accad. Lincei 4. sem. 1903 (5<sup>a</sup>), **12**, 394—397. Gazz. chim. ital. 1904, **34a**, 146—154).

Es ist bekannt, daß  $N \equiv$  und  $CH \equiv$  sich in den Verbindungen mit offener und geschlossener Kette als isomorph verhalten. Verf. wollte untersuchen, ob der Isomorphismus auch zwischen heterocyklischen Verbindungen mit mehreren  $N$ -Atomen und den entsprechenden homocyklischen beibehalten wird.

Die Resultate des Verf. sind wenig entscheidend und nicht allgemein gültig.

Dimethylpyrazin in p-Xylol gelöst ließ eine ziemlich deutliche kryoskopische Anomalie erkennen. Aus diesem Resultate glaubte Verf. schließen zu können, daß die Neigung, feste Lösungen zu bilden, zwischen den mehrkernigen Verbindungen mit analoger Structur bedeutender sein sollte. Er löste daher Chinazolin, Phtalazin und Chinoxalin in Naphtalin, aber die beobachteten kryoskopischen Anomalien sind alle sehr klein, und die Verschiedenheit der Schmelzpunkte der angewandten Substanzen von derselben Größenordnung.

Durch Auflösung von Naphtalin in Chinoxalin war keine Anomalie zu beobachten, ebenso durch Auflösung von Phenazon und Naphtochinoxalin in Phenantren.

Ein normales Verhalten wurde auch durch Auflösung von n-Phenylpyrazol in Diphenyl beobachtet.

Ref.: F. Zambonini.

**5. D. Lovisato** (in Cagliari): **Chrysocoll und Vanadinit aus der Kupfergrube Bena (de) Padru, nahe Ozieri** (Rendiconti R. Accad. Lincei 2. sem. 1903 (5<sup>a</sup>), **12**, 84—87).

In der genannten Localität kommen in der von den »Granuliten« getragenen

Zone von Thonschiefern, welche mit Kalkschiefern abwechseln, verschiedene Kupferminerale vor.

Die Mineralisierung liegt in den Schiefern in drei Zonen, welche aus verschiedenen Linsen bestehen. In den Linsen findet man Chrysocoll und eine Masse von Chocoladenfarbe, ferner etwas Kupferkies, vielleicht Bornit, etwas Malachit, Azurit, Cerussit usw.

Der Chrysocoll ist amorph; er bildet kleine Massen, manchmal mit Sphärolithstruktur. Die Farbe geht vom blau bis weißlichblau, auch bläulichgrün und selbst grün. Härte = 3,5; spec. Gew. bei 23,3° = 2,40. Eine Analyse, von C. Rimatori ausgeführt, ergab:

$SiO_2$	36,43
$CuO$	39,65
$Al_2O_3$	3,22
$Fe_2O_3, PbO$	Spur
$CaO$	1,34
$H_2O$	19,50
	<hr/> 100,14

Das chocoladenfarbige Mineralgemenge des Inneren einer Linse lieferte (ebenfalls von Herrn Rimatori) folgende Resultate:

$SiO_2$	9,79
$CuO$	34,37
$FeO, Fe_2O_3$	38,01
$Al_2O_3$	0,28
$CaO$	Spur
$PbO$	0,60
$H_2O$	12,27
Rückstand	2,56
$CO_2, S$ und Verlust	2,12
	<hr/> 100,00

Spec. Gew. 3,58 bei 23,9°. Eine Kupferbestimmung der reinsten Substanz gab  $CuO = 67,70$ . Aus diesen Daten schließt Verf., daß das Mineral Chalkosin mit Limonit gemengt ist.

In der Nähe des Contacts mit den Granuliten und in den Granuliten selbst fand Verf. Bleiglanzwürfel und Schmitzen dieses Minerals, ferner einen Zinkblendegang von 10 cm Mächtigkeit. Nahe der Zinkblende wurde der Vanadinit als Spaltenausfüllung gefunden. Er zeigt hexagonale Prismen mit der Basis; einmal fand Verf. einen Krystall, welcher am Ende Pyramidenflächen trug. Seltener sind Krusten. Die Farbe ist wechselnd, gewöhnlich gelblich. Häufig sind bunte Krystalle, wie jene des Elbaner Turmalin. Härte = 3 etwa; spec. Gew. 6,78 bei 22,2°. Das chemische Verhalten stimmt mit jenem des Vanadinit überein.

Ref.: F. Zambonini.

**6. G. Bruni und M. Padoa** (in Bologna): Über die Beziehungen zwischen den Eigenschaften verschiedener Körper als kryoskopische Lösungsmittel und ihren Krystallisationsconstanten (Rendiconti R. Accad. Lincei 2. sem. 1903 (5<sup>a</sup>), 12, 419—428 und 195—203. Gazz. chim. ital. 1904, 34a, 405—428).

Die Verff. haben zahlreiche Messungen von Krystallisationsgeschwindigkeit nach der Methode von Tammann für verschiedene organische Substanzen aus-

geführt. Die untersuchten Körper sind: Apiol,  $\alpha$ -Naphtylamin, Benzilidenanilin, Anetol, Isoapiol, Dibenzil, Triphenylmethan, Stearinsäure,  $\alpha$ -Nitronaphtalin, Bromkampher, Chlorkampher, 1-2-4-Chlordinitrobenzol, 1-3-4-Chlordinitrobenzol, m-Bromnitrobenzol, m-Chlornitrobenzol.

Die ausführlichen Bestimmungen bestätigen im wesentlichen die Schlußfolgerungen von Tammann, sowohl für die Körper, welche nur eine Krystallform besitzen, wie für jene, welche polymorph sind: jede Form besitzt eine eigentümliche K. G., welche in keiner sicheren Beziehung mit der Stabilität oder Labilität der Formen selbst steht.

Während ihrer Untersuchungen haben die Verff. Polymorphismus für folgende Substanzen festgestellt:

$\alpha$ -Nitronaphtalin, dimorph-monotrop. Die labile Form wandelt sich in die stabile sehr schnell, besonders bei tiefer Temperatur um: die K. G. der beiden Formen sind:

Temp. des Bades:	Überkaltung:	K. G.:
46 <sup>0</sup>	12,5 <sup>0</sup>	3,2 } stabile Form
36	22,5	11,2 }
34	21	103 ca. labile Form.

1-3-4-Chlordinitrobenzol. Von diesem Körper sind drei Formen bekannt, und die Verff. haben eine vierte, mit dem Schmelzpunkt 28<sup>0</sup>, gefunden, sie hat eine sehr kleine K. G., wie auch die drei andern.

m-Bromnitrobenzol. Die Verff. haben eine neue Form mit großer K. G. beobachtet, welche den Schmelzpunkt der andern zu haben scheint.

Chlorkampher. Das Verhalten dieses Körpers ist sehr merkwürdig: erkaltet man die Schmelzflüssigkeit bei 86<sup>0</sup>, so bildet sich eine gelatinöse Masse; bei einer niedrigeren Temperatur (z. B. 50<sup>0</sup>) bilden sich in der amorphen Masse viele Krystallisationskeime und die Umwandlung vollzieht sich sehr schnell. Der Umwandlungspunkt liegt in der Nähe von 70<sup>0</sup>.

Es ist noch das interessante Verhalten des m-Chlornitrobenzols zu erwähnen: die K. G. wird nämlich nach wiederholtem Schmelzen und Erstarren kleiner. Wenn diese Substanz später eine ziemlich lange Zeit in Ruhe gelassen wird, so bemerkt man eine partielle Zunahme der Krystallisationsgeschwindigkeit.

Ref.: F. Zambonini.

**7. C. Rimatori (in Cagliari): Das Fahlerz in der Grube von Palmavexi (Sardinien)** (Rendiconti R. Accad. Lincei 2. sem. 1903 (5<sup>a</sup>), 12, 471—475).

Die Grube von Palmavexi ist 5 km von Iglesias entfernt. Das Fahlerz wurde in der su Zinnibiri genannten Localität gefunden; es bildet kleine Massen, in einem Gemenge von Quarz und Kalkspat verbreitet, neben etwas Bleiglanz und seltenen Zinkblendekryställchen. Farbe dunkelstahlgrau, Metallglanz.

Die Analyse lieferte:

S	23,56
Cu	43,06
Sb	23,66
Zn	6,29
Fe	1,14
Ag	1,64
Pb	Spur
	99,35

Spec. Gew. bei 21,6<sup>0</sup> = 4,62.

Ref.: F. Zambonini.

**8. F. Zambonini** (in Turin): **Über den Epidot des Bettolinapasses, im Verratal** (Rendiconti R. Accad. Lincei 2. sem. 1903 (5<sup>a</sup>), 12, 567—571).

Die untersuchten Krystalle wurden im Bettolinapasse N. (3157 in Seehöhe), zwischen den Ayas- und Gressoneytälern gefunden. In der Nähe des Contacts von Prasinit und Serpentin kommen im letzteren Linsen eines Gemenges von Granat, Epidot, Diopsid, Chlorit, Amphibol, Magnetit vor. Der Epidot bildet schöne hellgrünlichgelbe Krystalle mit folgenden Formen: {100}, {001}, {110}, {011}, {012}, {22.0.1}, \*{801}, \*{501}, {301}, {201}, {101}, {201}, {705}, {302}, {403}, {49.0.50}, {101}, {102}, {111}, {111}, {221}. Neu sind {801} und {501}, welche an denselben Krystalle beobachtet wurden; erstere Fläche war klein, letztere groß, aber etwas schlecht entwickelt.

(001):(801) = 59° 16' gem. 59° 12' ber. bei Anwendung der Con-  
: (501) = 56 - 56 14 - stanten von Kokscharow.

Die Krystalle sind nach *b* verlängert und mehr oder weniger nach {100} tafelförmig; unter den Seitenflächen ist {111} immer vorherrschend. In der Zone [010] sind {101}, {201}, {101}, {100} und {001} stets anwesend.

Ref.: F. Zambonini.

**9. D. Lovisato** (in Cagliari): **Der Greenockit in den Gruben von Montevecchio** (Ebenda 1903 (5<sup>a</sup>), 12, 642—647).

In der Concession von Telle (Bergrevier von Montevecchio) ist das verarbeitete Mineral Smithsonit, von welchem eine schwammartige Varietät nach einer im Jahre 1891 von M. Fasolo ausgeführten Analyse folgende Zusammensetzung hat:

<i>ZnCO</i> <sub>3</sub>	86,974
<i>FeCO</i> <sub>3</sub>	4,604
<i>MnCO</i> <sub>3</sub>	3,304
Gang (kieselhaltiger Thon)	5,027
Wasser	0,040
	99,943

Auf dem Smithsonit, sowie auch auf dem Bleiglanz und seltener auf der Zinkblende (welche beide mit dem Smithsonit vorkommen) findet sich manchmal eine pulverige, gelbe Substanz, welche sich als Greenockit erwies. Dieses Mineral war bis jetzt in Italien nicht gefunden worden. Die chemischen Eigenschaften stimmen mit jenen des Greenockit überein; eine Analyse wurde von C. Rimatori an sehr unreinem Material ausgeführt und gab folgende Zahlen:

<i>CdS</i>	66,13
<i>ZnCO</i> <sub>3</sub> \	
<i>FeCO</i> <sub>3</sub> )	21,14
Gang	8,48
<i>H</i> <sub>2</sub> <i>O</i> und Verlust	4,25
	100,00

Der Greenockit entsteht nach Verf. durch Oxydation der cadmiumhaltigen Zinkblende; die Wirkung von Wasser und Sauerstoff wandelt sie in Sulfat um, während das widerstandsfähigere Cadmiumsulfid unverändert bleibt.

Der Greenockit kommt auch in den der Grube Telle naheliegenden Lagern vor.

Ref.: F. Zambonini.

**10. S. Bertolio** (in Mailand): **Über die Pegmatitgänge von Piona und das Vorkommen von Beryll darin** (Rendiconti R. Ist. Lombardo di sc. e lett. 1903 (2<sup>a</sup>), **36**, 368—374).

In dem Steinbruche von Piona am Comer See wird ein Teil des großen dort auftretenden Pegmatitganges abgebaut. In der Gangmasse sind zwei Teile zu unterscheiden: ein mächtiger centraler, welcher aus fast reinem Feldspat besteht, und ein randlicher, welcher sich im Contact mit dem Schiefer befindet, nur 0,80 m mächtig und reich an Quarz, Glimmer und Turmalin ist. Letzterer zeigt schöne, hexagonale Muscovitblättchen, seltene, aber gut begrenzte Feldspatkrystalle, sehr häufige schwarze Turmalinkrystalle, bis zur Größe eines menschlichen Armes, und selten Granatkrystalle, von Erbsen- bis Nußgröße. Der Feldspat ist vorwiegend Orthoklas; Verf. fand auch Albit, Mikroklin, Oligoklas-Albit und Prof. Artini auch schöne, makroskopische Krystalle von Albitmikroperthit.

An einem weiter westlich anstehenden Gänge wurden gefunden: Beryll, welcher Krystalle von bis 7—8 cm Länge nach der Hauptaxe zeigt; sie sind gut begrenzt, manchmal verzwillinget, von ziemlich tiefer bläulichgrauer Farbe. Sie sind von einer dünnen Schicht von Kaolin und Glimmer überzogen.

Den Ursprung der Gänge nimmt Verf. pneumatolithisch an.

Ref.: F. Zambonini.

**11. L. Brugnatelli** (in Pavia): **Hydromagnesit und Artinit von Emarese (Aostatal)** (Ebenda 1903 (2<sup>a</sup>), **36**, 824—827).

In den amianthführenden Gesteinen von Emarese, welche vorherrschend aus Serpentinantigorit nebst reichlichen Magnetitkörnchen und Leukoxen bestehen und vielleicht Harzburgit waren, fand Verf. außer den anderen schon bekannten Mineralien noch sehr hellgrünen, fast farblosen Demantoid, nach {010} blätterige Aragonitkrystalle, Calcit, Hydromagnesit und Artinit. Der Amianth ist zum Teil Serpentin, zum Teil Tremolit.

Der Hydromagnesit und der Artinit kommen neben einander auf einer Serpentinprobe vor. Der erste in viel größerer Menge als der zweite. Er bildet ein anscheinend erdiges Aggregat, welches aus kleinen Schuppen besteht, sowie auch kugelige, radialfaserige Aggregate. Die Farbe ist schneeweiß; Perlmutterglanz. Spec. Gew. bei  $21^{\circ}$ — $22^{\circ}$  = 2,196—2,210 (mit der Thoulet'schen Lösung). Durch Zerbrechen der kugeligen Aggregate erhielt Verf. Blättchen, welche parallel oder senkrecht zur Längsrichtung auslöschten. Die Verlängerungsrichtung ist  $n_m$ ; die Ebene der optischen Axe ist zu dieser Richtung senkrecht. An vielen Lamellen ist eine negative Bisectrix ( $n_p$  mit sehr großem Axenwinkel) zu beobachten.  $n_m = (>) 1,530$ ,  $n_g = (>) 1,538$  bei  $23^{\circ}$ — $24^{\circ}$ . Aus diesen Beobachtungen schließt Verf. mit fast vollkommener Sicherheit, daß der Hydromagnesit rhombisch ist.

Der Artinit zeigt zwei kleine Büschel von weißen Krystallnadeln; die Eigenschaften stimmen mit jenem des Minerals vom Lanternatal überein; nach neueren Untersuchungen glaubt Verf., daß  $\gamma - \alpha$  0,055 nicht übersteigt. Die Artinitbüschel sitzen auf dem Hydromagnesit, so daß sie sich nach oder am Ende der Bildung des letzteren gebildet haben. Diese zwei Mineralien könnten durch Einwirkung von Lösungen von saurem kohlensauren Magnesium oder auch von anderen Mg-Salzen auf Calcit entstehen, jedenfalls aber oberhalb  $100^{\circ}$  und unter einem größeren Drucke als dem gewöhnlichen.



Verf. schließt mit einer Vergleichung der Eigenschaften von Hydromagnesit und Artinit.

Ref.: F. Zambonini.

**12. E. Tacconi** (in Pavia): Über ein merkwürdiges Mineralvorkommen in der Nähe von Lefte, Provinz Bergamo (*Rendiconti R. Ist. Lombardo di sc. e lett.* 1903 (2<sup>a</sup>), **36**, 899—902).

Wenig entfernt von Lefte, im Romnatale, findet sich im infratriassischen Kalk ein Porphyritgang. Der Kalk wandelt sich in der Nähe des eruptiven Gesteins in einen Vesuvianhornfels um, welcher aus Vesuviankrystallen besteht, die durch spatigen Kalk und eine weißliche, erdige, kaolinartige Substanz zusammengehalten sind.

Der Vesuvian zeigt dicke Krystalle, welche nicht 4 cm nach der Hauptaxe übersteigen, mit den Formen {100}, {110}, {310}, {111}, {113}, {311}, {001}. Vorherrschend sind {100} und {111}, die anderen, besonders {311}, sehr untergeordnet. Die Farbe wechselt von hellbraun, fast grünlichgelb bis zu dunkel gelblichbraun. Verf. erhielt eine deutliche Fluorreaction. Neben dem Vesuvian kommen folgende Mineralien vor: rosenfarbiger Granat (wahrscheinlich Grossular), selten; Calcit in spatigen Massen und rhomboedrische Krystalle {100}, {110}, {101}; Epidotbüschel und, nur mikroskopisch, Diopsid.

Was den Ursprung betrifft, so glaubt der Verf., daß das Vorkommen als eine Contactbildung zu betrachten ist. Die Wirkung des Porphyrit wurde von pneumatolithischen Erscheinungen, welche das Eindringen des Gesteins in Kalk begleiteten, gesteigert.

Ref.: F. Zambonini.

**13. S. Di Franco** (in Catania): Krystallographische Untersuchung des Eisenglanzes vom Ätna (*Atti dell' Acc. Gioenia di Sc. Natur.* in Catania 1903 (4<sup>a</sup>), **17**, Memoria I, 46 Seiten).

Der Eisenglanz kommt in fast allen Laven vor, aber nur selten in meßbaren Krystallen; die Localitäten, welche die besten Proben liefern, sind: Monte Calvario und Monte Corvo, nahe Biancavilla, die Serra Cuvigghini im Bovetal, die Ortschaft Scalazza, nahe Acireale, Reitana in der Gemeinde Aci Catena, die Laven von 1669 der Monti Rossi und jene der Ausbrüche von 1832, 1865, 1879.

Die untersuchten Krystalle sind flächenarm, sie zeigen  $c\{111\}$ ,  $r\{100\}$ ,  $e\{110\}$ , welche sehr häufig sind,  $a\{101\}$ ,  $n\{311\}$  seltener und endlich  $\{201\}$ , welche nur zweimal gefunden und von v. Lasaulx nicht erwähnt wurde. Die Formen {221}, {111}, {774}, {210}, {320} und {311} von v. Lasaulx beschrieben, konnte Verf. nicht finden.

Die Arten des Habitus sind die folgenden: 1) tafelförmig durch das Vorherrschen der Basis am häufigsten; 2) rhomboedrisch, mit {100} vorwiegend, häufig; 3) pyramidal, mit {311} vorherrschend und die Basis bald klein, bald groß entwickelt, selten; 4) prismatisch, am seltensten. Die prismatische Ausbildung ist bald durch das Vorherrschen von {101}, bald durch die anormale Entwicklung der Basis und der Rhomboeder {100}, {110} bedingt.

Die Basisflächen zeigen immer eine Streifung nach den drei Richtungen des inversen Rhomboeders und auch ein Relief, welches aus Rhomboederfacetten besteht, deren Kanten durch die Flächen eines directen Rhomboeders abgestumpft sein können; manchmal zeigen sie auch eine Facette, welche der Basis des

Hauptkrystalles parallel ist. Auf den Basisflächen der tafelförmigen Krystalle kommen häufig andere Krystalle vor, welche flächenreicher und mit kleiner Basis sind.

Verf. erwähnt auch rosettenförmige Gruppen von Blättchen, welche jenen vom St. Gotthard ähneln, sowie treppenförmige Gruppen.

Sehr häufig treten Zwillinge auf; parallele Verwachsungen dagegen fehlen. Die Zwillingeindividuen haben bald gleiche Größe, bald ist der eine viel größer als der andere, so daß es sich um ein einfaches Hinsetzen von kleinen Individuen auf ein großes, welches immer tafelförmig ist, handelt. Die Zwillinge folgen zwei Gesetzen: Zwillingeaxe senkrecht zu einer Fläche des Prismas  $\{2\bar{1}1\}$  und Zwillingeaxe senkrecht zu einer  $\{100\}$ -Fläche. An den tafelförmigen Krystallen herrscht das erste Gesetz, an den aufgewachsenen das zweite vor.

Verf. hat das Axenverhältnis für den Eisenglanz vom Ätna festgestellt; aus dem Winkel

$$cr = (111) : (100) = 57^{\circ} 38' 30''$$

berechnet er

$$a : c = 1 : 4,3668.$$

Die wichtigsten berechneten Winkel sind:

$$\begin{array}{ll} (111) : (110) = 38^{\circ} 46' 48'' & (10\bar{1}) : (31\bar{1}) = 28^{\circ} 45' 24'' \\ : (31\bar{1}) & 64 \quad 44 \quad 36 \\ (100) : (10\bar{1}) & 42 \quad 59 \quad 2 \end{array} \quad \begin{array}{l} (100) : (111) = 47^{\circ} 0' 58'' \\ : (31\bar{1}) = 25^{\circ} 58' 43'' \end{array}$$

Die Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung ist sehr befriedigend.

Ref.: F. Zambonini.

**14. S. Consiglio Ponte** (in Catania): Mineralogische Untersuchung der Blöcke, welche vom centralen Krater des Ätna beim Ausbruch 1879 ausgeworfen wurden (Bollett. delle sedute della Acc. Gioenia di Scienze Natur. in Catania 1903, Heft 76, 47—30).

Der Verf. untersuchte die Blöcke, welche am 12. Juni 1879 vom Krater ausgeworfen wurden. Sie bestehen aus Basaltlava mit Dolerittypus, welche durch die sauren Dämpfe des Kraters mehr oder weniger verändert wurden. Die Mineralien sind hauptsächlich Steinsalz, Eisenglanz, Magnetit und Pyrit.

Das Steinsalz kommt gewöhnlich vor, wo die Lava tiefer verändert ist; es bildet eine Masse von fast ringsum ausgebildeten und deutlichen Krystallen  $\{100\}$ , manchmal mit  $\{111\}$ , und enthält kleine Mengen von Kaliumchlorid, Natriumsulfat und Ammoniumsalzen. Als Einschlüsse zeigt es einige Magnetitfragmente und Eisenglanzkryställchen.

Die Oberfläche der Steinsalzmassen ist mit Eisenglanzkryställchen bestreut, welche bald rhomboëdrischen, bald tafelförmigen Habitus zeigen. Die dünnsten der letzteren sind durchsichtig und zeigen, je nach der Dicke, pomeranzgelbe bis rubinrote Farbe. Der Eisenglanz kommt auch in den kleinen Höhlungen der Lava oder den Schlacken und besonders in den Klüften vor, welche durch die fortdauernde Wirkung der Temperatur, welche die Lava sehr tief veränderte, bedingt wurden. Diese Art des Vorkommens entspricht jenem des Eisenglanzes von Aci Catena und Monte Calvario vollständig. In dem Steinsalz der Blöcke von 1879 ist keine Spur von Eisenchlorid zu erkennen, daher bildete sich der Eisenglanz nicht auf Kosten von letzterem. Durch verschiedene Hypothesen sucht Verf. die Anwesenheit dieses Minerals zu erklären.

Zwischen den Eisenglanzkrystallen fand Verf. Magnetit in relativ bedeutender

Menge. Die Anwesenheit des Magnetit in den Sublimationen der Laven des Ätna war nach Verf. noch nicht erwähnt worden. Nach den Beobachtungen des Verf. kommt der Magnetit auch neben dem Eisenglanz von Monte Calvario und Aci Catena vor.

Der Pyrit ist selten und findet sich in Krystallen  $\pi\{210\}$  in kleinen Höhlungen der Lava oder der Schlacken. Er ist älter als die anderen erwähnten Mineralien und bildete sich bei einer tieferen Temperatur als letztere. Es ist wahrscheinlich, daß er durch Einwirkung von  $H_2S$  auf die Eisenverbindungen der Lava entstand.

Ref.: F. Zambonini.

**15. L. Bucca** (in Catania): **Der Thulit in den krystallinischen Schiefern der Monti Peloritani** (Bollett. delle sedute della Acc. Gioenia di Scienze Natur. in Catania 1903, Heft 78, 6—7).

In den Schiefern der Monti Peloritani hat Verf. ein sehr hartes pflirsichblütrotes Mineral gefunden, das kein Mangan und Kobalt enthält. Unter dem Mikroskop besteht das Pulver aus Stücken von meist unregelmäßigem Umriß; einige sind von zwei parallelen Kanten begrenzt, welche einer leichten Spaltbarkeit entsprechen; sie zeigen schiefe Auslöschung ( $17^\circ$  ca.) und Pleochroismus von pomeranzgelb bis pflirsichrot. Andere Stücke besitzen zwei rechtwinkelige Spaltbarkeiten von verschiedener Vollkommenheit, nach welchen die Stücke gerade auslöschen; hier ist der Pleochroismus pomeranzgelb—hellrosenfarbig, oder pflirsichblütrot—hellrosenfarbig. Im Gestein ist das Mineral von Quarz und einem fast farblosen Epidot begleitet.

In seinen optischen Eigenschaften nähert sich das Mineral dem Piemontit, aber die Abwesenheit des Mangans und das Zusammenvorkommen mit einem fast farblosen Epidot lassen das fragliche Mineral dem Thulit näher stehend erscheinen, welcher aber einem anderen Krystallsystem angehört. Der Verf. behält sich vor, neue Untersuchungen auszuführen, um die Eigenschaften und die Stellung dieses Minerals im System besser festzustellen.

Ref.: F. Zambonini.

**16. G. Boeris** (in Parma): **Notizen über die Mineralogie Piemonts** (Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino 1903, 28, 685—694).

Zirkon und Idokras von Comba Robert. Beide Mineralien sind selten und wurden nur einmal gefunden. Der Zirkon zeigt einige wenige und kleine, bräunliche Krystalle, welche Diamantglanz haben, das Glas ritzen und von  $HCl$  nicht angegriffen werden. Sie waren von Epidot und weißem Titanit begleitet. Sie zeigen die Formen  $\{110\}$  und  $\{111\}$ .

Der Idokras bildet grüne, nach der Axe  $c$  verlängerte Kryställchen. Sie sind mit dieser Axe schief auf der Matrix aufgewachsen und bilden eine kleine Kruste im Innern eines kleinen Blocks von derbem Idokras. Die beobachteten Formen sind  $\{001\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{210\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{331\}$ ,  $\{101\}$ ,  $\{201\}$ ,  $\{211\}$ ,  $\{311\}$ ,  $\{312\}$ . An allen Krystallen treten  $\{001\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{111\}$  auf; ziemlich häufig ist  $\{101\}$ , weniger  $\{210\}$ ,  $\{211\}$  und  $\{331\}$ ; sehr selten  $\{201\}$ , sehr häufig dagegen  $\{311\}$  und  $\{312\}$ .

Verf. hat an vier Krystallen die Winkel von der Basis mit den vier anliegenden Flächen von  $\{111\}$ , sowie von letzteren unter einander gemessen. Verf. hat auch hier gefunden, daß diese Winkel von Krystall zu Krystall und selbst an demselben Krystall schwankend sind.

Die aus den besten Winkeln berechnete Constante ist  $a : c = 1 : 0,537$ . Der Mittelfehler zwischen den berechneten und gemessenen Winkeln erreicht  $1' 9''$ .

Magnetit vom Berg Pian Real (Susatal). In den Serpentinien dieses Berges fand Verf. Magnetitkrystalle, welche  $\{111\}$  vorherrschend und die Formen  $\{110\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{311\}$ ,  $\{331\}$  zeigen. Letztere Form ist am Magnetit selten.

Titanit von Trana. Im Sangonetale, in der Nähe von Trana, am Berge Pietraborga liegt eine Grube von Serpentin-schiefer. In den Bruchstücken der Grube fand Verf. einen Chloritschiefer, welcher in Chloritprasinit übergeht, Epidotädrchen, Apatitknoten und viele Titanitkrystalle zeigt. Letztere sind ziemlich groß; sie erreichen selbst 15 mm Breite und 12 mm Länge. Sie sind alle nach  $\{100\}$  verzwillingt und sehr flächenarm; die beobachteten Formen sind  $\{111\}$  und  $\{001\}$ . Die Flächen von  $\{111\}$  sind häufig sehr corrodirt; die anderen zeigen feine und zahlreiche Streifen, welche zur Kante  $[111 : \bar{1}\bar{1}\bar{1}]$  etwa  $40^\circ$  geneigt sind. Die Kante zwischen den  $\{111\}$ -Flächen der zwei Individuen, aus welchen jeder Krystall besteht, ist immer von zwei rauhen und oft auch gekrümmten Flächen abgestumpft. Diese Flächen, deren Symbol  $\{h l k\}$  ist, gestatten keine genaue Messung; einmal konnte Verf. folgende Winkel bestimmen:  $(h l k) : (111) = 7^\circ 49'$ ;  $(h l k) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 36^\circ 6'$ . Aus diesen Winkeln folgt das Symbol  $\{18.11.17\}$ , welches aber nur approximativ ist. Es erfordert für die zwei oben angegebenen Kanten  $7^\circ 48'$  resp.  $36^\circ 4'$ . Eine Fläche vom Symbol  $\{323\}$  würde mit  $\{111\}$  einen Winkel von  $6^\circ 54'$  einschließen.

Ref.: F. Zambonini.

**17. G. D'Achiardi** (in Pisa): Analysen von einigen italienischen Bauxit-mineralien (Processi verbali Soc. Toscana di Scienze Naturali in Pisa 1903, 13, 93—96; auch Rassegna Mineraria 1903, 18, Nr. 14, 214—216).

Die analysierten Proben stammten von Pescina, in der Gemeinde von Lecce dei Marsi. Verf. wandte für die Analyse nicht die klassische Methode von H. St. Claire-Deville an, sondern das Schmelzen mit Natriumkalium-carbonat.

Die Proben 1. und 3. hatten ziegelrote Farbe; die 2. und 4. waren pulverig und schmutzig-rötlich. Das gesamte Eisen wurde als  $Fe_2O_3$  berechnet.

	1.	2.	3.	4.
$H_2O$ (bei $110^\circ$ )	1,74	1,74	1,73	1,57
Glühverlust	11,07	10,70	10,97	15,74
$SiO_2$	3,98	9,81	5,98	6,28
$TiO_2$	2,06	1,86	1,39	2,70
$SO_3$	Spur	Spur	0,14	Spur
$Al_2O_3$	45,86	43,42	43,41	41,13
$Fe_2O_3$	35,36	33,02	35,53	24,81
$CaO$	0,16	0,25	0,70	8,24
$MgO$	Spur	Spur	Spur	Spur
	100,20	100,80	99,85	100,47

Durch Einwirkung von  $H_2SO_4$  auf die Probe 1. fand Verf., daß das Aluminium vollkommen in Lösung geht, während der größte Teil des Titans im Rückstande bleibt.

Ref.: F. Zambonini.



**18. G. D'Achiardi** (in Pisa): **Einige Beobachtungen über den Quarz von Palombaia (Elba)** (Processi verbali Soc. Toscana di Scienze Naturali in Pisa 1903, **13**, 432—438).

Verf. hat Quarzkrystalle von Palombaia untersucht, welche sich von den bisher beschriebenen dieses Fundortes dadurch unterscheiden, daß sie keine gerundeten Flächen und Kanten besitzen. Sie zeigen die gewöhnlichen Formen  $\{40\bar{1}1\}$ ,  $\{01\bar{1}1\}$ ,  $\{10\bar{1}0\}$  und häufig die wenig genau bestimmbar Rhomboëder  $\{40\bar{1}1\}$ ,  $\{03\bar{3}1\}$ ,  $\{04\bar{1}1\}$ . Die Flächen von  $\{10\bar{1}1\}$  sind immer viel größer als jene von  $\{01\bar{1}1\}$ ; niemals fand Verf. auf ihnen die dreieckigen Höhlungen, welche an den bekannten gerundeten Krystallen derselben Localität beschrieben wurden. Im Inneren dieser Krystalle kommen nicht selten wahre negative Krystalle vor, welche keine Spur von Krümmung zeigen; an ihnen ist die prismatische Zone verkleinert und  $\{10\bar{1}1\}$  und  $\{01\bar{1}1\}$  gleich groß.

Verf. hat das optische Verhalten der Krystalle mit und ohne Krümmungen verglichen und gefunden, daß sie keinen Unterschied bieten. Alle zeigen senkrecht zur Hauptaxe deutliche optische Anomalien. Im convergenten Lichte zeigen die Platten mit 3 mm Dicke im centralen Felde den Charakter der circularpolarisierenden Krystalle (gewöhnlich sind sie rechtsdrehend), in den Seitenfeldern bemerkt man die Airyschen Spiralen. Gegen die äußeren Teile der Dünnschliffe und meistens entsprechend den Kanten  $\{10\bar{1}1\}$ :  $\{10\bar{1}0\}$  finden sich deutliche Anzeichen von Zweiaxigkeit; die Ebene der optischen Axe ist nahezu der nächsten Kante  $\{01\bar{1}1\}$ :  $\{10\bar{1}0\}$  parallel;  $2E$  schwankt zwischen einem nicht bestimmbar Minimum und  $42^\circ$ .

Um die Krümmungen des Quarzes von Palombaia zu erklären, wurden bekanntlich zwei Hypothesen gemacht: die eine will die Ursache in der Wirkung von geeigneten Lösungen suchen, die andere in krystallographischen Störungen. Nach Verf. sind beide ungenügend und nicht den Tatsachen entsprechend. Wie kann man die Einwirkung von einer Flüssigkeit annehmen, wenn man in demselben Stück krumme und regelmäßige Krystalle, und an den gekrümmten  $\{40\bar{1}1\}$ ,  $\{01\bar{1}1\}$  und  $\{10\bar{1}0\}$  mit keiner Spur von Krümmungen findet? Nach Verf. ist die Krümmung, welche an bestimmten Kanten und Ecken der Quarzkrystalle von Palombaia vorliegt, von der Anwesenheit der Übergangsflächen Goldschmidts verursacht. Auch nach Spezia (briefl. Mitt. an den Verf.) kann die Krümmung der Kanten des Quarzes von Palombaia nicht durch die nachträgliche Einwirkung eines Lösungsmittels gebildet worden sein.

Ref.: F. Zambonini.

**19. G. D'Achiardi** (in Pisa): **Die Krystallformen des Magnetkieses von Bottino** (Ebenda 1903, **13**, 440—442).

Verf. hat einen Krystall der genannten Grube, welcher 1876 von A. D'Achiardi schon gemessen worden war, von neuem untersucht. A. D'Achiardi fand die Formen  $\{0001\}$ ,  $\{10\bar{1}1\}$  und  $\{30\bar{3}1\}$  und ferner einen Reflex bei  $40^\circ$  von  $\{0001\}$ , welchen er keiner bestimmten Form zuschrieb, der aber von K. Busz auf eine neue Pyramide  $\{1.0.\bar{1}.10\}$  zurückgeführt wurde.

G. D'Achiardi konnte am Krystalle, welcher 27 mm breit und nur 2 mm dick ist, ziemlich gute Messungen ausführen; die beobachteten Formen sind  $\{0001\}$ ,  $\{40\bar{1}0\}$ ,  $\{10\bar{1}1\}$ ,  $\{20\bar{2}1\}$ ,  $\{30\bar{3}1\}$ .



$(10\bar{1}1) : (0001) = 63^{\circ}58\frac{1}{2}'$	gem. Mittel,	$63^{\circ}32'$	ber. (Hintze).
$(20\bar{2}1) : (0001)$	$75\ 33\frac{1}{2}$	-	76 0
$(30\bar{3}1) : (0001)$	$80\ 12\frac{1}{2}$	-	80 35
$(40\bar{4}0) : (0001)$	$90\ 15$	-	90 0

Verf. fand keine unter  $10^0$  zur Basis geneigte Fläche, so daß die betreffende Beobachtung von A. D'Achiardi zu streichen ist.

Ref.: F. Zambonini.

**20. G. D'Achiardi** (in Pisa): **Krystallformen des Kadmiums** (Processi verbali Soc. Toscana di Scienze Naturali in Pisa 1903, 13, 142—146).

Verf. untersuchte Sphärolithaggregate, welche keine Fläche zeigen, und einige Krystalle, welche viele Flächen aber ohne scheinbare Symmetrie bieten. Verf. konnte folgende Formen bestimmen:  $\{10\bar{1}0\}$ ,  $\{11\bar{2}0\}$ ,  $\{40\bar{4}5\}$ ,  $\{50\bar{5}4\}$  und vielleicht  $\{20\bar{2}3\}$ , welche am Kadmium nicht, am Zink aber bekannt ist.

Nach Termier erhält man hexagonale Schlagfiguren auf den Krystallflächen des Kadmiums; Verf. erhielt nur Höhlungen.

Ref.: F. Zambonini.

**21. E. Manasse** (in Pisa): **Die Gesteine der Insel Gorgona** (Memorie Soc. Toscana di Scienze Naturali in Pisa 1903, 20, 49—59).

In dieser petrographischen Arbeit sind auch einige Notizen von mineralogischem Interesse enthalten.

In den Glimmerschiefen mit und ohne Turmalin kommt ein Glimmer vor, welcher einen nicht großen Axenwinkel zeigt. Seine chemische Zusammensetzung ist folgende:

$H_2O$	5,68
$SiO_2$	41,76
$TiO_2$	0,55
$Al_2O_3$	31,76
$Fe_2O_3$	4,27
$FeO$	4,32
$CaO$	0,17
$MgO$	2,76
$K_2O$	7,10
$Na_2O$	3,02
$B_2O_3, S$	Spur
	<hr/> 101,39

Aus seiner völligen Umwandlung entsteht ein Chlorit der Gruppe Pennin mit schwachem Pleochroismus und sehr schwacher Doppelbrechung, sowie eine große Menge von titanhaltigem Magnetit (oder Ilmenit?), zum Teil in Leukoxen umgewandelt, und eine unendliche Zahl von Rutilnadelchen, welche ein sehr compliciertes Netz bilden. In den veränderten Stücken ist der Magnetit in Limonit umgewandelt. Der Turmalin dieser Schiefer bietet prismatische Krystalle, welche als Endflächen  $\{10\bar{1}1\}$  und  $\{02\bar{2}1\}$  und vielleicht noch andere Rhomboëder zeigen. Der Pleochroismus ist  $\epsilon =$  hellgelb, fast farblos,  $\omega =$  dunkelbraun oder bräunlichblau.

In den Gabbros, welche in Prasinit metamorphosiert sind, kommt Lawsonit in Tafelchen nach  $\{001\}$  und mit den Formen  $\{010\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{110\}$ ,

{041} vor; sie zeigen die gewöhnliche charakteristische polysynthetische Verzwillingung und die optischen Eigenschaften dieses Minerals. Der Lawsonit findet sich auch in den metamorphosierten Diabasen. Ref.: F. Zambonini.

**22. G. D'Achiardi (in Pisa): Die Bildung des Magnesit auf der Insel Elba. I. Grube von Grotta d'Oggi (San Piero in Campo) (Memorie Soc. Toscana di Scienze Naturali in Pisa 1903, 20, 86—134).**

Die Grube von Grotta d'Oggi ist im Granit eingeschlossen; der Granit bildet auch manchmal Apophysen, welche im Inneren eines zersetzten Gesteines auftreten. Während aber an anderen Elbaner Magnesitgruben die granitischen Gänge sehr zahlreich und mächtig sind, fand Verf. am Grotta d'Oggi nur einen.

Der Verf. hat die Gesteine der Grube sehr eingehend chemisch und mikroskopisch untersucht. Sie werden vom Verf. so eingeteilt: granitische Gesteine, cordierit- und turmalinführender Cornubianit, anthophyllitführender Peridotit, Serpentin- und Amphibolserpentine, Amphibolite mit Zoisit, amphibolführende Pyroxenite. Von besonderem mineralogischen Interesse ist das Vorkommen eines rhombischen Amphibols der Anthophyllitgruppe in einigen Peridotiten. Er ist faserig und stenglig, manchmal zeigt er auch Blättchen oder öfters Büschel mit parallelen oder radialen Individuen. Frisch ist er durchsichtig und farblos, verändert etwas grünlichgelb. Er hat zahlreiche Einschlüsse, welche manchmal nicht bestimmbar, häufiger sich aber als einen grünlichgelben Picotit und einen anderen Spinell mit tiefer grünlicher Farbe erkennen lassen. Vor dem Lötrohre ist er schwer schmelzbar und wird von Säuren nicht zersetzt. Einige isolierte Kryställchen zeigen schwachen Pleochroismus:  $a = b =$  farblos oder grünlichgelb;  $c =$  bräunlichgelb.  $c =$  Axe  $c$ .

Der Magnesit kommt in Äderchen vor, welche nicht 10 cm Breite übersteigen. Er zeigt zwei Varietäten; die eine ist viel weniger zusammengesetzt als die andere. Zwei Analysen gaben folgende Resultate (unter II. ist die Zusammensetzung der härteren Varietät):

	I.	II.
$H_2O$ (bei $110^0$ )	2,28	1,47
$H_2O$ (über $110^0$ )	2,08	44,86
$CO_2$	43,86	Glühverlust
$MgO$	41,94	40,36
$CaO$	0,99	0,63
$Na_2O, K_2O$	Spur	—
Rückstand	9,01	12,64
	100,46	99,93

Die Rückstände lieferten:

	I.	II.
$SiO_2$	8,65	12,20
$Fe_2O_3, Al_2O_3$	0,10	(0,41)
$CaO$	Spur	
$MgO$	0,11	
Verlust	0,15	
	9,01	12,64

Grattarola hatte dieses Mineral als Baldisserit betrachtet, Verf. gibt dem Namen Magnesit den Vorzug, weil mit Baldisserit die bestimmte und constante

Mischung von Sepiolit und Magnesit bezeichnet wird, während die Beobachtungen das Mineral als ein durch Kieselsäure und *Mg*- und *Cl*-Mineralien verunreinigtes Magnesiumcarbonat zu betrachten gestatten.

Was die Bildung des Magnesit betrifft, so ist er nach Anschauung des Verf. zweifellos durch Veränderung der Serpentinegesteine entstanden. Verf. bespricht die verschiedenen, von vom Rath, Schrauf, Piolti, Weinschenk für dieses und andere Vorkommen geäußerten Meinungen. Nach ihm ist die Erklärung von vom Rath (der Magnesit sei durch die Einwirkung der Atmosphärien auf die Serpentine entstanden) nicht annehmbar; sie hat nur eine sehr beschränkte Gültigkeit. Ebenso verwirft Verf. die Hypothese Weinschinks, und statt für den Magnesit einen endogenen Ursprung anzunehmen, ist es nach ihm wahrscheinlicher, daß die Ursache, welche die Gesteine veränderte, von endogenem Ursprunge ist.

Ref.: F. Zambonini.

**23. G. Boeris** (in Parma): **Idokras vom Berge Pian Real** (Atti della Società Ital. di Sc. Natur. ecc. in Milano 1903, 42, 45—53).

Die untersuchten Krystalle sind kastanienbraun; gewöhnlich bilden sie Büschel von nach *c* sehr verlängerten Krystallen in paralleler Stellung. Sie sind von Chloritblättchen und ziemlich großen Ilmenitknoten begleitet; letztere sind vollkommen oder fast völlig von farblosen sehr glänzenden Titanitkryställchen, von gelblichen Granatkrystallen und mit verschiedenen Mengen des erwähnten Chlorit bedeckt. Häufiger herrscht der Titanit vor, seltener der Granat.

Die Idokraskrystalle zeigen folgende Formen: {001}, {110}, {100}, {111}, {331}, {311}. Die Flächen von {001} zeigen an fast allen Krystallen Höhlungen, welche negativen quadratischen Pyramiden entsprechen und gewöhnlich so zahlreich sind, daß die Basisfläche sehr rauh wird. Unter den Prismen ist {100} auf {110} stark vorwiegend; beide sind gewöhnlich nach *c* gestreift ({100} stärker als {110}). {311} ist fast immer größer als {111} und {331}, welche auch sehr klein werden. Sie sind parallel der Combinationskante mit {110} mehr oder weniger gestreift.

Verf. hat an vier Krystallen aus einer Druse, welche nur an einem Ende der Axe *c* begrenzt waren, die Winkel zwischen den vier Flächen von {111} unter einander und mit der Basis gemessen; hier werden die Grenz- und Mittelwerte wiedergegeben.

Kryst. I.	(001):(111) =	37° 40'—37° 45'	37° 43' 30"	Mittel
	(111):(111)	50 36—50 42	50 39 15	-
Kryst. II.	(001):(111)	37 44—37 46	37 43 30	-
	(111):(111)	50 38—50 42	50 40 15	-
Kryst. III.	(001):(111)	37 42—37 45	37 43 30	-
	(111):(111)	50 39—50 40	50 39 45	-
Kryst. IV.	(001):(111)	37 42—37 47	37 45 15	-
	(111):(111)	50 37—50 46	50 41 45	-

Verf. macht einige Betrachtungen über die Schwankungen, und berechnet aus allen Werten, bei Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate, das Axenverhältnis  $a:c = 4:0,5375275$ . Eine andere Rechnung ergab bei Anwendung der gemessenen Mittelwerte (001):(111) = 37° 43' 56" und (111):(111) = 50° 40' 7"; aus letzterem folgt (001):(111) = 37° 44' 20" und also im Mittel (001):(111) = 37° 44' 8"; daraus fand Verf.  $a:c = 4:0,5374152$ . Mit beiden

Constanten ist die Übereinstimmung zwischen gemessenen und berechneten Winkeln sehr befriedigend (Mittelfehler  $4' 17''$  resp.  $4' 19''$ ).

Ref.: F. Zambonini.

**24. E. Artini** (in Mailand: Mineralogische Notizen über das Sassinatal Atti della Società Ital. di Sc. Naturali in Milano 1903, 42, 101—117.

Die vom Verf. besuchten Vorkommen sind alle mit Ausnahme des letzten von Gangtypus und liegen in den krystallinischen Schiefern, welche sehr zerbrochen sind und den mineralisierenden Lösungen daher viele Angriffspunkte gegeben haben. Die Mineralisierung ist sehr verbreitet und wechselnd, aber meistens wenig stark.

1. Acquadurotal. In der Nähe von Introbio, im Acquadurotale, an der rechten Seite findet sich ein kleiner, aber deutlicher Gang, welcher eine zonierte Erfüllung mit Matrix von Quarz und Baryt zeigt; das Mineral ist vorwiegend Bleiglanz, untergeordnet ist Zinkblende, seltener ist Kupferkies. Von Baryt wurde eine sehr schöne Druse gefunden. Die Krystalle sind flachenarm; Verf. bestimmte die Formen:  $\{001\}$ ;  $\{011\}$ ;  $\{102\}$ ;  $\{10\bar{1}\}$ ;  $\{110\}$ ;  $\{104\}$ ;  $\{111\}$ ; die häufigste Combination besteht aus den vier ersten Formen. Die Krystalle sind gewöhnlich nach  $\{001\}$  tafelförmig.

Aus den Winkeln  $011 : 001 = 32^{\circ} 41' 46''$  und  $102 : 001 = 38^{\circ} 48' 40''$  berechnete Verf. das Axenverhältnis

$$a : b : c = 0,8456 : 1 : 1,3421.$$

Die Übereinstimmung zwischen den berechneten und gemessenen Winkeln ist sehr befriedigend. Ein Krystall hatte eine Fläche, welcher ungefähr das Symbol  $\{253\}$  entspricht: bessere Übereinstimmung zwischen gemessenen und berechneten Winkeln erhält man mit dem Symbol  $\{7.16.10\}$ ; beide sind für den Baryt neu.

	Gemessen:	Berechnet:	Berechnet:
$(mnp) : 001 = 67^{\circ} 0'$	$253 : 001 = 67^{\circ} 41'$	$7.16.10 : 001 = 67^{\circ} 14'$	
$: (110) \quad 31 \quad 53$	$: (110) \quad 32 \quad 48$	$: (110) \quad 31 \quad 39$	
$: (011) \quad 27 \quad 57$	$: (011) \quad 27 \quad 2$	$: (011) \quad 28 \quad 45$	

In einem anderen Krystalle war eine Fläche  $\{0np\}$  anwesend, deren Symbol  $\{085\}$  wäre. Verf. hält diese Form für unsicher, obwohl die Übereinstimmung von Rechnung und Messung gut ist.

$$\begin{array}{ll} (085) : (001) = 64^{\circ} 26' \text{ gem.} & 64^{\circ} 32' \text{ ber.} \\ \quad \quad \quad : (010) \quad 25 \quad 42 \quad - & 25 \quad 28 \end{array}$$

Manchmal bemerkt man auf den Flächen von  $\{001\}$  regelmäßiges, dünnes Relief, welches oben von  $\{001\}$ , seitlich von  $\{102\}$ ,  $\{011\}$  und  $\{110\}$  begrenzt ist. Merkwürdig ist, daß  $\{110\}$  auch an dem Relief von Krystallen vorkommt, welche jene Form nicht zeigen. Meistens treten diese Reliefs nur auf der Fläche von  $\{001\}$ , welche in der Seite der Matrix liegt, hervor.

Die Krystalle sind ganz farblos und wasserhell. Eine zur spitzen Mittellinie senkrechte Platte lieferte bei  $46^{\circ}$ :

$$\begin{array}{ll} 2H_a = 36^{\circ} 8' \text{ (rot)} & 2V_a = 36^{\circ} 39' \\ \quad \quad \quad 36 \quad 20 \text{ (Na)} & \quad \quad \quad 37 \quad 0 \\ \quad \quad \quad 36 \quad 43 \text{ (grün)} & \quad \quad \quad 37 \quad 40 \\ \quad \quad \quad 36 \quad 55 \text{ (blau)} & \quad \quad \quad 38 \quad 41\frac{1}{2} \end{array}$$

Die angewendete Flüssigkeit war  $\alpha$ -Monobromnaphthalin; ihre Brechungsindices bei  $16^0$  waren:

$$\begin{aligned} n &= 1,6577 \text{ (rot)} \\ &1,6664 \text{ (Na)} \\ &1,6829 \text{ (grün)} \\ &1,7015 \text{ (blau).} \end{aligned}$$

Es ist zu bemerken, daß der Wert für Na-Licht größer ist als jener von Dufet angegebene.

2. Primaluna, Contratal. An der Mündung des Contratales, gegenüber dem Dorfe von Primaluna, links der Pioverna, wurde ein kleiner Gang gefunden, welcher Zinkblende und Bleiglanz und untergeordnet Kupferkies zeigt. Die Matrix besteht aus Quarz, Baryt fehlt, was merkwürdig ist wegen der großen Nähe von wichtigen Barytgängen. In den Drusen und Klüften kommen Galmey in Krusten, Smithsonit, beide selten, Cerussit etwas häufiger vor. Bemerkenswert ist der Pyromorphit, welcher Büschel von dünnen Krystallnadeln von wachsgelber oder grünlichgelber Farbe bildet. Unter dem Mikroskope zeigen die Nadelchen manchmal ein Prisma und eine Pyramide, selten die Basis. Das Mineral ist arsenhaltig. Ferner sind Siderit, Pyrit und Krusten von Malachit und Aurichalcit zu erwähnen.

Auf der Zinkblende, sowie auf dem Quarz finden sich häufig dünne, citronengelbe Überzüge, welche wahrscheinlich zum Greenockit gehören.

3. Primaluna. Etwas westlicher, in derselben Seite des Tales, liegen die bekannten Barytgruben, deren erste Faedo genannt ist. Im Baryt kommen, besonders in der Nähe der Salbänder, Linsen von Metallsulfiden vor. Der häufigste ist Kupferkies, in derben Massen, sehr rein, seltener ist körniger Bleiglanz. Schöne Krystalle zeigt der Cerussit, an welchem der Verf. folgende Formen bestimmte:  $\{400\}$ ,  $\{040\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{140\}$ ,  $\{130\}$ ,  $\{031\}$ ,  $\{021\}$ ,  $\{014\}$ ,  $\{012\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{221\}$ , ferner als zweifelhaft  $\{132\}$  und  $\{285\}$ , welche für den Cerussit neu wären, und wahrscheinlich als Corrosionsflächen zu betrachten sind. Die Messungen für diese Formen, welche die Kante  $[111:021]$  abstumpfen, gaben:

$$\begin{array}{rcl} (132):(021) & = & 24^0 26' - 25^0 15' \quad 24^0 50\frac{1}{2}' \text{ Mittel} \\ (285):(021) & & 16 \ 56 - 19 \ 45 \quad 18 \ 20\frac{1}{2} \quad - \end{array}$$

Die aus dem vom Verf. für den Cerussit von der Insel Sardinien festgestellten Axenverhältnisse berechneten Werte sind:

$$\begin{array}{rcl} (132):(021) & = & 23^0 14' \\ (285):(021) & & 18 \ 16 \end{array}$$

Die einfachen Krystalle sind selten, gewöhnlich sind die Zwillinge nach  $\{110\}$  mit verschiedenem Habitus, sowie die Drillinge vom gewöhnlichen Typus. Ferner fand Verf. auch eine Gruppe von vier Individuen, polysynthetisch verzwillingt.

4. Cortabbio-Faidallo. Sehr wenig entfernt von der eben erwähnten Grube von Faedo, aber an der linken Seite des Cagnolettatales, liegt die Barytgrube »Faidallo«. Hier wurde im Baryt, in der Nähe der Salbänder, eine Linse von derbem Niccolit, mit welchem gemischt Gersdorffit vorkommt, ein Mineral, welches in der italischen Halbinsel bis jetzt nicht gefunden worden war, gefunden. Auf der Oberfläche dieser zwei Mineralien findet sich der Anna-



bergit. Andere Mineralien dieser Grube sind Tetraëdrit, Kupferkies, Markasit und Limonit.

5. Camisolo. Dieser Gang liegt nicht, wie jene bis jetzt erwähnten, in den Schiefen, sondern im Sandstein der unteren Trias. Die extrahierten Mineralien sind Bleiglanz, Zinkblende, Tetraëdrit und Baryt. Ferner fand Verf. Azurit, Malachit, Aurichalcit, Cerussit, Limonit, die beiden ersten ziemlich verbreitet, die anderen selten. Selten ist auch der Galmei, in dünnen bräunlichen oder gelblichen Krusten von sehr kleinen, aber deutlichen Krystallen, welche  $\{010\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{101\}$ ,  $\{301\}$  und manchmal auch  $\{001\}$  zeigen. Die gelbe Farbe ist nicht dilut, sondern von einem pulverigen Pigment bedingt, welches an dem negativen Ende von  $c$  oder auch in Zonen, dem äußeren Rande parallel liegt. Es ist wahrscheinlich, wie auch bei Primaluna, Greenockit und kommt auch auf dem Baryt und der Zinkblende vor.

Verf. beschreibt endlich ausführlich die Cocardenstructur, welche häufig ist.

Ref.: F. Zambonini.

25. E. Scacchi (in Neapel): Krystallformen einiger Imide der Phtalsäuren (Gazzetta chimica ital. 1903, 33 (II), 19 und 29).

Die untersuchten Körper wurden von Piutti und Abati (ebenda) dargestellt.

#### p-Methoxyphenylphtalimid $C_{15}H_{11}O_3N$ .

Diese Substanz existiert in zwei Formen: die eine ist weiß, die andere gelb, letztere wird mit Benzol behandelt weiß. Auch die weiße Form kann in die gelbe umgewandelt werden durch Behandlung mit Alkohol, Amylalkohol usw.; mit Benzol bleibt sie weiß. Schmelzpunkt der weißen Form  $162^{\circ}$ , der gelben  $164,5^{\circ}$ . Nur die weiße Form lieferte meßbare Krystalle. Sie waren aus Acetonlösungen erhalten.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 1,0096 : 1 : 1,0464.$$

Beobachtete Formen:  $B\{010\}$ ,  $r\{101\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $z\{211\}$ , welche alle gleichzeitig vorkommen. Die Krystalle sind nach  $B$  tafelförmig oder auch prismatisch und immer nach der Axe  $a$  etwas verlängert.

Kanten:	Gemessen:	Berechnet:
$(101) : (\bar{1}01)$	$= 87^{\circ} 51'$	$87^{\circ} 57'$
$(011) : (0\bar{1}1)$	92 39	92 36
$(211) : (2\bar{1}1)$	69 59	69 51
$(211) : (011)$	54 56	55 4
$(211) : (2\bar{1}1)$	*48 54	—
$(211) : (010)$	65 29	65 33
$(211) : (2\bar{1}1)$	*46 36	—
$(101) : (011)$	61 22	61 20

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

#### p-Methoxyphenyl- $\Delta_1$ -Hydrophtalimid $C_{15}H_{15}O_3N$ .

Auch von dieser Verbindung existieren zwei Formen: eine weiße und eine gelbe. Die erste wurde erhalten aus Benzol-Alkohol oder Essigsäurelösungen unter  $70^{\circ}$ , die zweite oberhalb dieser Temperatur. Beide schmelzen bei  $108^{\circ}$ . Nur die gelbe Modification wurde krystallographisch untersucht.

Monoklin.  $a:b:c = 1,3347:1:1,1660$ ;  $\beta = 87^\circ 49'$ .

Beobachtete Formen:  $p\{221\}$ ,  $q\{2\bar{2}\bar{1}\}$ ,  $r\{20\bar{1}\}$ , welche die zwei Combinationen  $pr$  und  $prq$  bilden. Die Krystalle haben rhomboëdrischen Habitus;  $q$  ist selten und klein.

Kanten:	Gemessen:	Berechnet:
$(221):(2\bar{2}\bar{1}) =$	$*82^\circ 32'$	—
$(221):(22\bar{1})$	$37\ 39$	$37^\circ 54'$
$(221):(20\bar{1})$	$*70\ 28$	—
$(22\bar{1}):(20\bar{1})$	$*49\ 39$	—

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Ref.: F. Zambonini.

**26. G. La Valle** (in Messina): **Krystallographische Untersuchung des Monoacetyl- und Biacetylderivats des 4-Amino-6-nitro-1,3-metaxylens** (Gazzetta chimica ital. 1903, **33** (II), 283 und 284).

Beide Verbindungen wurden von Errera und Maltese (ebenda) dargestellt.

Monoacetylderivat  $C_{10}H_{12}O_3N_2$ . Schmelzpunkt  $159^\circ$ .

Monoklin.  $a:b:c = 0,66953:1:?$ ;  $\beta = 79^\circ 36' 20''$ .

Beobachtete Formen:  $\{010\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{001\}$ . Die Kryställchen sind nach der Basis tafelförmig.

Kanten:	Gemessen:	Berechnet:
$(010):(110) =$	$*56^\circ 38'$	—
$(001):(110)$	$*84\ 20$	—

Auf  $\{001\}$  ist eine Axe mit geneigter Dispersion sichtbar.

Biacetylderivat. Schmelzp.  $115^\circ$ . Krystalle aus Benzol.

Triklin.  $a:b:c = 1,04676:1:1,61337$ .

$\alpha = 93^\circ 3'$ ,  $\beta = 80^\circ 5' 39''$ ,  $\gamma = 64^\circ 56' 38''$ .

Beobachtete Formen:  $\{001\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{\bar{1}01\}$ ,  $\{1\bar{1}0\}$ . Die hellgelben Kryställchen sind bald nach der Zone  $[001:010]$  verlängert, bald nach  $\{001\}$  tafelförmig.

Kanten:	Gemessen:	Berechnet:
$(001):(010) =$	$*86^\circ 57'$	—
$(001):(\bar{1}01)$	$*67\ 5$	—
$(\bar{1}01):(0\bar{1}0)$	$*64\ 50$	—
$(001):(1\bar{1}0)$	$*78\ 0$	—
$(1\bar{1}0):(0\bar{1}0)$	$*56\ 5$	—
$(\bar{1}01):(110)$	$68\ 28$	$68^\circ 26' 9''$

Ref.: F. Zambonini.

**27. G. B. Negri** (in Genua): **Krystallographische Untersuchung des Carborundums** (Rivista di miner. e cristal ital. 1903, **29**, 33—89).

Vorliegende Abhandlung ist nur der erste Teil der Arbeit des Verfs., welcher jetzt fast nur die Resultate der goniometrischen Untersuchung mitteilt. Verf. maß fast 100 Krystalle und beobachtete einige Tausende mit der Lupe.

Der Habitus der Krystalle ist tafelförmig oder pyramidal; es gibt aber auch

Zwischenglieder zwischen diesen zwei Typen. Die Krystalle, welche die Combination der Basis mit dem Prisma erster Ordnung und einigen directen und den entsprechenden inversen Rhomboëdern zeigen, haben eine genau hexagonale geometrische Symmetrie, andere Krystalle besitzen dagegen einen deutlichen rhomboëdrischen Habitus; merkwürdig ist an ihnen das Fehlen der Prismen und die Anwesenheit von sechs Rhomboëdern, von welchen drei direct und drei invers sind, aber letztere entsprechen den directen nicht. Verf. hält das Carborundum zur ditrigonal-skalenoëdrischen Klasse gehörig; später wird er noch die Ätzfiguren untersuchen.

Die beobachteten Formen sind 44, welche er in sechs Kategorien einteilt, nämlich:

1. Constante Formen:  $\{111\}$ .

2. Sehr häufige Formen:  $\{5\bar{1}\bar{1}\}$ ,  $\{2\bar{2}\bar{1}\}$ ,  $\{11.\bar{1}.\bar{1}\}$ ,  $\{77\bar{3}\}$ ,  $\{2\bar{1}\bar{1}\}$  nach abnehmender Häufigkeit.

3. Häufige Formen:  $\{11\bar{1}\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{55\bar{7}\}$ ,  $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ ,  $\{44.\bar{1}.\bar{1}\}$ ,  $\{17.17.\bar{1}\bar{3}\}$ ,  $\{77\bar{8}\}$ ,  $\{11.11.\bar{1}\bar{9}\}$ ,  $\{11.\bar{1}.\bar{1}\}$ ,  $\{31.1.1\}$ , ebenso nach abnehmender Häufigkeit.

4. Wenig häufige Formen:  $\{19.3.3\}$ ,  $\{11.11.\bar{1}\bar{3}\}$ ,  $\{33\bar{1}\}$ ,  $\{13.1.1\}$ ,  $\{17.17.\bar{7}\}$ ,  $\{23.23.\bar{7}\}$ .

Zu diesen vier Kategorien gehören also 22 Formen; die anderen 22 zu den Kategorien 5. und 6., welche die seltenen und die sehr seltenen Formen enthalten. Von diesen 22 letzteren Formen, sowie auch von den Combinationen wird Verf. später sprechen.

Als Fundamentalwinkel nimmt Verf.  $(111): \begin{pmatrix} 100 \\ 2\bar{2}\bar{1} \end{pmatrix} = 54^{\circ} 46' 37''$  an, welcher aus 113 Winkeln vom Gewicht 1, 48 vom Gew. 2 und 3 vom Gew. 3 erhalten wurde.

Der Verf. gibt zahlreiche Tabellen, welche die Grenze der beobachteten Werte für die verschiedenen Winkel, die ausführlichen Resultate der Messungen und Berechnungen an drei Krystallen und die Mittelwerte der positiven und negativen Differenzen zwischen den berechneten und den beobachteten Winkeln vom Gewicht 1, 2 und 3 enthalten.

Hier werden wir nur die wichtigsten Resultate des Verfs. mittheilen.

1. Das Gesetz der Constanz der Flächenwinkel bestätigt sich in engen Winkelgrenzen, welche stark abnehmen, wenn man von den Beobachtungen vom Gewicht 1 zu jenen vom Gewicht 2 und 3 geht.

2. Die Beobachtungen vom Gewicht 1 (717 Messungen) sind im Mittel von der Theorie um  $2' 24''$  verschieden; jene vom Gewicht 2 (749 Messungen) nur um  $0' 54''$  und endlich jene vom Gewicht 3 (64 Messungen) um  $0' 35''$ .

Die endgültigen Mittelwerte sind die folgenden:

Kanten:	Gemess. Mitt. 1):	Berechnet:	Differenz:
$(111): \begin{pmatrix} 100 \\ 2\bar{2}\bar{1} \end{pmatrix}$	$\approx *54^{\circ} 46' 37''$	—	—
$: \begin{pmatrix} 11.\bar{1}.\bar{1} \\ 77\bar{3} \end{pmatrix}$	62 6 2	$62^{\circ} 5' 53''$	9"
$: \begin{pmatrix} 5\bar{1}\bar{1} \\ 11\bar{1} \end{pmatrix}$	70 33 25	70 33 23	2

1) Sie wurden aus den Winkeln vom Gew. 1, 2 und 3 erhalten.

Kanten:	Gemess. Mitt.:	Berechnet:	Differenz:
(111): (311)	= 79° 59' 31"	79° 59' 24"	7"
: (557)			
: (211)	90 0 4	90 0 0	4
(311): (557)	58 59 44	58 59 44	—3
(111): (11.4.4)	81 57 57	81 57 46	11
: (778)	74 44 4	74 43 47	17
: (11.11.19)	85 57 59	85 57 44	18
: (14.1.1)	60 32 49	60 32 29	20
: (17.17.13)			
: (911)	63 42 5	63 42 2	3
(112): (311)			
(211): (557)	60 30 4	60 30 8	—4
(112): (511)			
(211): (111)	64 51 57	64 52 9	—12
(511): (111)	56 45 51	56 45 44	10
(311): (111)			
(557): (511)	58 31 6	58 31 20	—14
(221): (775)			
(112): (11.1.1)	63 46 16	63 46 35	—19
(11.1.1): (775)	52 26 37	52 26 49	—12
(112): (100)			
(211): (221)	65 53 8	65 53 32	—24
(400): (221)	48 42 44	48 42 57	—16
(111): (31.1.1)			
: (773)	52 40 52	52 9 58	54
(11.1.1): (111)			
(775): (511)	55 5 45	55 4 44	34
(11.1.1): (557)			
(775): (311)	58 54 49	58 54 44	8
(211): (112)	59 59 48	60 0 0	—12
(111): (25.1.1)			
: (17.17.7)	54 32 25	54 32 26	—1

Der Mittelwert der Differenzen zwischen der Beobachtung (allgemeine Mittelwerte) und der Berechnung ist 0' 13". Verf. schließt, daß man eine bessere Übereinstimmung zwischen Erfahrung und Theorie nicht erwarten könnte.

Ref.: F. Zambonini.

**28. F. Millosevich** (in Catania): Über eine merkwürdige Combination der Cölestinkrystalle von Cà Bernardi, bei Bellisio (Rivista di miner. e cristall. ital. 1903, 29, 94—93).

Die Schwefelgrube von Cà Bernardi, in der Nähe von Bellisio, liefert sehr schöne Proben von Schwefel, Gyps, sowie auch von Cölestin. Letzterer bildet die gewöhnlichen Krystallgruppen, sowie Blätter von 1 cm oder etwas mehr Dicke. Die Cölestinkrystalle zeigen folgende Formen: {001}, {110}, {102}, {104}, {011}, {0.1.12}, {111}. Die größten Krystalle, welche 2 cm in der Richtung der Axe  $a$  erreichen, zeigen die Combination {001}, {110}, {102}, {104}, {110}, {011}, {111}; sie sind nach der Basis tafelförmig und nach  $a$  verlängert; {104} ist viel größer als {102}. Die kleinsten Krystalle

(5 mm nach *a*) bilden blätterige Aggregate, sind nach {001} tafelförmig und zeigen {102} und {111} nicht.

Außer diesen gewöhnlichen Combinationen fand Verf. eine andere, welche er für neu hält. Sie besteht aus den Formen {001}, {110}, {104}, {011}, {0.1.12} und kommt an Krystallen von verschiedener Größe vor. Sie erreichen einen besonderen keilförmigen Habitus, weil die vorherrschenden Formen {104} und {0.1.12} sind, während die anderen sehr untergeordnet auftreten. Die Messungen lieferten: (0.1.12): (0.1.12) =  $120^{\circ} 44'$  gem.,  $120^{\circ} 44'$  ber.

Ref.: F. Zambonini.

**29. L. Colomba (in Turin): Chloromelanit und chloromelanitoidische Pyroxene** (Rivista di miner. e cristall. ital. 1903, 30, 3—15).

In dieser Arbeit bekämpft Verf. einige Ansichten von A. Bodmer-Beder (Neues Jahrb. f. Min. usw. 1902, Beil.-Bd. 16, 166) über den Chloromelanit, nach welchem der Chloromelanit ein mit einer blaugrünen Hornblende durchsetzter Jadeit und nicht, wie Damour annahm, eine eisenoxydhaltige Varietät des Jadeit wäre. Der Verf. bemerkt, daß einige von Bodmer-Beder aufgestellte Vergleiche zwischen verschiedenen Pyroxenen auf einer irrigen Grundlage beruhen; so meint Bodmer-Beder, daß man Eisenoxyd und -oxydul in der Berechnung der Analyse vereinigen kann, was nach Colomba fehlerhaft ist. Wenn man  $Fe_2O_3$  mit  $R_2O_3$  und  $FeO$  mit  $RO$  zusammenbringt, so verschwinden die von Bodmer-Beder gefundenen Analogien vollkommen, wie Colomba durch Rechnungen nachwies.

Ferner bekämpft Verf. die Meinung Bodmer-Beders, daß die an Calcium und Magnesium reichen chloromelanitischen Pyroxene als pyroxenführende, quarzfreie Amphibolite oder wahre Pyroxengneise zu betrachten sind. Mit verschiedenen Betrachtungen sucht Colomba die Vergleichung, welche Bodmer-Beder zwischen dem Pyroxen von Mocchie und dem Pyroxengneiß von La Hingrie im Elsaß angestellt hat, zu entkräften.

Endlich sucht Verf. den Reichtum an Calcium einiger Jadeit- und Chloromelanitpyroxene, besonders der alpinen Vorkommen, zu erklären. Er macht darauf aufmerksam, daß sie immer in innigen Beziehungen mit den Eklogiten stehen. Nun ist gewöhnlich der Pyroxen der Eklogite Omphacit; wenn wir annehmen, daß im Omphacit der Aluminium- und Eisenoxydgehalt, sowie der an Natron zunimmt, so geht er je nach dem Gehalt an  $Fe_2O_3$  und  $Al_2O_3$  in jadeitoidischen oder chloromelanitoidischen Pyroxen über, welche noch an Calciumoxyd reich sind.

Ref.: F. Zambonini.

**30. F. Millosevich (in Catania): Einige Beobachtungen über den grünen Anglesit von Montevecchio (Sardinien)** (Ebenda 1903, 30, 28—33).

Verf. wollte die Ursache der grünen Farbe des Anglesit des genannten Fundortes untersuchen. Nach Bornemann ist diese Farbe von kleinen Mengen eines Kupfersalzes bedingt; Verf. konnte aber durch eine sorgfältige qualitative Analyse keine Spur Kupfer finden. Er hat beobachtet, daß der grüne Anglesit in den Gruben von Montevecchio auf einem Gange von Bleiglanz, Pyrit und Limonit vorkommt; viele Krystalle sind oberflächlich von Limonit bedeckt. Der farblose Anglesit liegt dagegen in den Drusen von reinem, körnigem Bleiglanz. Verf. dachte daher, daß eine constante Paragenesis zwischen den Eisenmineralien



und dem grünen Anglesit stattfindet und daß diese Farbe durch Eisensalze verursacht sei. In der Tat konnte er Spuren von  $Fe$  nachweisen. Nach Verf. ist daher wahrscheinlich, daß die mehr oder minder tiefe grüne Farbe des Anglesit von einer immer geringen Menge Eisensulfat bedingt ist.

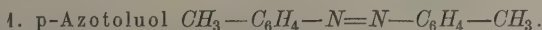
Bornemann hatte geglaubt, daß der grüne Anglesit keine schönen Krystalle liefert, welche nur  $\{102\}$  erkennen lassen. Die vom Verf. untersuchten Krystalle zeigen folgende Formen:  $\{100\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{120\}$ ,  $\{130\}$ ,  $\{102\}$ ,  $\{041\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{122\}$ ,  $\{132\}$ ,  $\{133\}$ ,  $\ast\{135\}$ ,  $\{324\}$ . An allen Krystallen herrschen  $\{102\}$  und  $\{100\}$  vor.  $\{135\}$  ist neu; sie liegt in den Zonen  $[130:133]$  und  $[041:102]$ ; eine wenig genaue Messung gab:

$$(130):(135) = 49^{\circ}20' \text{ gem.}, 49^{\circ}57' \text{ ber.}$$

Die Krystalle des grünen Anglesits haben die meisten Flächen unvollkommen und schlecht ausgebildet, wie wenn die Substanz, welche die Krystalle gefärbt hat, die krystallogenetischen Wirkungen gehindert oder gestört hätte, wie Bornemann annimmt.

Ref.: F. Zambonini.

**31. E. Billows (in Padua): Vergleichende krystallographische Untersuchungen über einige organische Verbindungen** (Rivista di miner. e cristall. ital. 1903, 30, 34—48).



Krystalle aus einer Mischung von Alkohol und Äther. Schmelzpt.  $143^{\circ}$ .

Krystallsystem: Monoklin prismatisch.

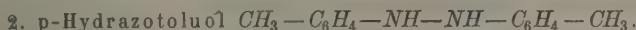
$$a:b:c = 0,5687:1:1,7105; \beta = 89^{\circ}44'.$$

Beobachtete Formen:  $\{100\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{102\}$ , welche die zwei Combinationen  $\{100\}\{001\}\{111\}$  und  $\{100\}\{001\}\{111\}\{102\}$  bilden. Die Krystalle sind alle nach  $b$  verlängert und nach  $\{001\}$  tafelförmig. Alle die anderen Formen sind sehr klein.

	Gemessen:	Berechnet:
$(100):(001) =$	$\ast 89^{\circ}44'$	—
$(001):(\overline{1}02)$	$56 \ 11\frac{1}{2}$	$56^{\circ}34'$
$(\overline{1}02):(\overline{1}00)$	$34 \ 2$	$34 \ 42$
$(100):(111)$	$\ast 33 \ 20$	—
$(001):(111)$	$\ast 73 \ 40$	—

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Die Farbe ist gelblichrot. Die Verlängerungsrichtung  $[010]$  ist negativ; auf  $(001)$  tritt eine Hyperbel aus, welche  $24^{\circ}$  gegen die Normale zur Fläche geneigt ist. Ebene der optischen Axen senkrecht zu  $[010]$ . Die spitze Bisectrix ist negativ, geneigte Dispersion,  $\varrho > \nu$ .



Krystalle aus einer Mischung von Alkohol und Äther. Schmelzpt.  $128^{\circ}$ .

Krystallsystem: Monoklin prismatisch.

$$a:b:c = 0,6279:1:2,0287; \beta = 89^{\circ}49'.$$

Beobachtete Formen:  $\{100\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{102\}$ , welche alle zusammen vorkommen. Die Krystalle sind nach  $b$  verlängert und nach  $\{100\}$  tafelförmig.

	Gemessen:	Berechnet:
$(100):(001) =$	$*89^{\circ}49'$	—
$(001):(\bar{1}02)$	58 2	$58^{\circ}22'$
$(\bar{1}02):(\bar{1}00)$	31 $54\frac{1}{2}$	31 49
$(100):(111)$	$*34$ 58	—
$(001):(\bar{1}11)$	$*75$ 40	—
$(111):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	418 20	418 $9\frac{1}{2}$

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Die Farbe ist etwas tiefer als jene des p-Azotoluols. Die Verlängerungsline ist negativ; auf (100, sieht man eine Hyperbel, welche mit der Normale zur Fläche einen Winkel von  $27^{\circ}$  bildet. Ebene der optischen Axen senkrecht zu [010].

Die zwei Verbindungen, p-Azotoluol und p-Hydrazotoluol, welche um  $2H$  differieren, sind also isomorph. Während die Krystalle der ersten nach {001} tafelförmig sind, ist die größte Form an den Krystallen der zweiten {100}.

### 3. Tetramethylstilben $(CH_3)_2-C_6H_3-CH=CH-C_6H_3-(CH_3)_2$ .

Krystalle aus Petroleumäther. Schmelzp.  $457^{\circ}$ .

Krystallsystem: Monoklin.

$$a:b:c = 4,4943:1:0,5328; \beta = 73^{\circ}25\frac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: {001}, {101}, {110}, {320}, {321}, welche sich in zwei Combinationen vereinigen, nämlich {001} {110} und {110} {101} {320} {321}. Verf. konnte nur zwei Krystalle untersuchen. Die vorherrschenden Formen sind {110} und {001} am einen und {101} am anderen. Untergeordnet sind {320} und {321}, welche nur eine Fläche zeigen.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(\bar{1}\bar{1}0) =$	$*97^{\circ}34\frac{1}{2}'$	—
$(110):(001)$	79 5	$79^{\circ}40'$
$(110):(101)$	$*66$ 25	—
$(110):(320)$	44 45	44 $30\frac{1}{2}$
$(110):(321)$	$*34$ 0	—

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Durchsichtige, gelblichweiße Krystalle. Die Verlängerungsrichtung [001] ist optisch negativ; die spitze Biseatrix positiv,  $\varrho < v$ .  $2E_a = 24^{\circ}$  ca. (geschätzt, weißes Licht). Ebene der optischen Axen parallel zu [001].

### 4. Hexamethylstilben $(CH_3)_3-C_6H_2-CH=CH-C_6H_2-(CH_3)_3$ .

Krystallsystem: Monoklin prismatisch. Schmelzp.  $464^{\circ}$ .

$$a:b:c = 4,4454:1:3,8550; \beta = 67^{\circ}45'.$$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {110}, {201} und  $o\{hhl\}$ , vielleicht {1.1.42}. Sie bilden drei Combinationen: {100} {110} {001}; {100} {110} {001} {201}; {100} {110} {001} {201}  $o$ . Die Krystalle sind nach  $c$  verlängert; vorherrschend ist {110}.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(110) =	*76° 17½'	—
(100):(001)	*67 15	—
(110):(001)	84 27	84° 44½'
(001):(201)	*78 22	—
(110):(1.1.12)	68 21	68 17
(110):(301)	101 20	101 17

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Die Farbe ist weiß, ins Blaue spielend. Auf (100) sieht man eine Hyperbel. Ebene der optischen Axen senkrecht zu (100); geneigte Dispersion;  $\rho < \nu$ . Die spitze Bisectrix ist positiv. Die Verlängerungsrichtung [001] ist negativ. Auf (110) bildet eine Auslöschungsrichtung 23° ca. mit [001] von  $+c$  nach  $+a$ .

### 5. $\alpha$ -Dinaphtostilben $C_{22}H_{16}$ .

Krystalle aus Äther. Schmelzp. 161°.

Krystallsystem: Monoklin prismatisch.

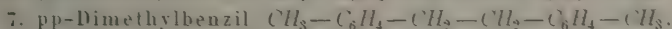
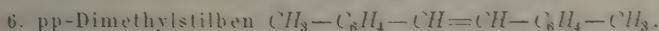
$$a:b:c = 1,4718:1:1,2830; \beta = 49^{\circ}56'.$$

Beobachtete Formen: {110}, {011}. Die Krystalle sind nach  $c$  verlängert.

	Gemessen:	Berechnet:
(110):(110) =	*96° 48'	—
(011):(011)	*88 57	—
(110):(011)	*34 1	—
(011):(110)	77 0	77° 21'

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Farbe schwefelgelb. Auf (110) bildet eine Auslöschungsrichtung  $31\frac{1}{2}^{\circ}$  ca. mit  $+c$  nach  $-a$ . Die Verlängerungsrichtung [001] ist positiv.



Von diesen Substanzen konnte Verf. Krystalle nicht messen. Aus Beobachtungen unter dem Mikroskope schließt er, daß sie und p-Azotoluol und p-Hydrazotoluol isomorph sind. Ferner scheint pp-Dimethylbenzil dimorph, nämlich monoklin und hexagonal oder rhomboëdrisch zu sein.

Ref.: F. Zambonini.

**32. E. Casoria** (in Portici bei Neapel): **Über die Mineralisierungsprozesse der Gewässer in Beziehung auf die geologische Natur des Erdbodens und der Gesteine** (Annali R. Scuola sup. di agric. di Portici 1903 (2<sup>a</sup>), 4, 1—196).

In der vorliegenden Arbeit teilt Verf. auch die chemische Zusammensetzung einiger Mineralien mit. Sie sind folgende:

1. Schwarzer Haüyn aus der Lava des Schlosses von Melfi (Gebiet des Monte Vulture<sup>1</sup>). Er wird von concentriertem und siedendem HCl vollkommen aufgelöst, 10<sup>0</sup> oige Essigsäure zersetzt ihn in der Kälte unter Gallertbildung. 5 g Haüyn wurden mit 30 conc. 10<sup>0</sup> oiger Essigsäure während 23 Tagen behandelt; die Zusammensetzung der von der Gallerte getrennten Lösung ist unter 1. zu sehen; jene des Haüyn unter II.

2. Der Leucit derselben Lava hatte die Zusammensetzung III.

3. Der Sanidin aus dem Sanidinphonolith der Braidì (Vulturegebiet) lieferte die Zahlen unter IV.

	I.	II.	III.	IV.
$SiO_2$	4,100	33,220	54,421	62,813
$SO_3$	9,684	11,416	—	—
$Al_2O_3$ mit Sp. $Fe_2O_3$	21,450	26,660	23,727	23,282
$CaO$	6,730	8,000	1,287	Spur
$MgO$	—	0,840	—	—
$Na_2O$	—	17,399	1,090	5,270
$K_2O$	—	2,456	19,495	8,165
		99,991	100,020	99,530

Ref.: F. Zambonini.

**33. E. Casoria** (in Portici): **Analytische Untersuchung der Producte der letzten vesuvischen Eruptionen** (1891—94 und 1895—99) (Annali R. Scuola sup. di agric. di Portici 1903 (2<sup>a</sup>), 4, 1—44).

Verf. hat eingehende Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung und die Salzbildungen der Eruptionen des Vesuvus gemacht. Die wichtigsten Resultate sind, daß vier Elemente in ihnen gefunden wurden, welche bis jetzt nicht erwähnt worden waren, nämlich Molybdän, Wismuth, Kobalt und Zink, und daß das Vorherrschen des Kaliums über das Natrium, welches von A. Scacchi und G. Freda hervorgehoben wurde, bestätigt wurde.

I. Salz in Würfeln, auf dem S.-W.-Rande des Kraters von 1872 gefunden. II. Kruste mit Spur  $Cu$ . III. Kruste aus den Fumarolen des Kraters vom 24. December 1880. IV. Salz in Würfeln. V. Salz in Würfeln mit Sulfaten. VI. Fistelartige Stalaktiten. VII. Salz auf der Lava von 1833 gesammelt. VIII. Fistelartige Stalaktiten (August 1889). IX. Krystallinisches Salz (Krater von 1874). X. Salz aus dem vesuvischen Krater (?). XI. Krusten.

Salze des Atrio del Cavallo. XII. Weißes Salz mit Tenorit. XIII. Geschmolzenes Salz mit Spur von  $Cu$  und Sulfaten. XIV. Geschmolzenes, weißes Salz auf der Schlacke. XV. Ibid. XVI. Weißes Salz. XVII. Geschmolzenes Salz von grünlicher Farbe. XVIII. Weißes Salz. XIX. Geschmolzenes etwas grünliches Salz mit Tenorit. XX. Krystallisiertes, weißes Salz mit Tenorit. XXI. Geschmolzenes, grünliches Salz. XXII. Weiße Krusten. XXIII. Geschmolzenes, grünlich-weißes Salz. XXIV. Idem mit Kupfer und Spuren von Sulfaten. XXV. Alkalichloride mit Ferrochlorid. XXVI. Weiße Krusten. XXVII. Grünliches Salz mit Spur von Molybdän. XXVIII. Grünliches Salz dem vorstehenden ähnlich. XXIX. Warzige Stalaktiten mit Würfeln. XXX. Krusten. XXXI. Krusten. XXXII. Ausblühung auf einer vulkanischen Schlacke. XXXIII. Grünliche Krusten auf den Schlacken. XXXIV. Grünlichweiße, zerfließliche Stalaktiten. XXXV. Weiße Stalaktiten. XXXVI. Grünlichgelbes Salz. XXXVII. Geschmolzenes, grünliches Salz mit Schlackenbruchstücken. XXXVIII. Geschmolzene, grünliche Krusten im Innern einer Schlacke. XXXIX. Geschmolzenes braunes, oberflächlich grünliches Salz im Innern einer Schlacke.

Producte der Fumarolen, welche längs der Spalte in dem nördlichen Theile des vesuvischen Kegels liegen. XL. Fistelartige und zerfließliche Stalaktiten, welche durch Erythrosiderit rötlich gefärbt sind. XLI. Gelbe, zerfließliche Massen.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
<i>K</i>	39,825	34,574	27,277	42,046	29,407	30,794	24,139	48,906	45,586	42,324
<i>Na</i>	9,449	45,675	17,950	7,799	46,999	46,352	23,292	23,855	25,976	27,535
<i>Cl</i>	50,726	52,754	52,400	50,456	52,192	52,108	54,820	48,694	54,243	39,417
Unlös.	—	—	2,373	—	—	—	—	0,783	—	—
<i>SO<sub>4</sub></i>	—	—	—	—	4,099	0,747	4,560	7,760	3,064	49,745
<i>NH<sub>4</sub></i>	—	—	—	—	—	—	—	—	4,133	—
<i>H<sub>2</sub>O</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,279
	100,000	100,000	100,000	100,004	99,697	99,998	100,844	99,998	99,999	100,000
	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.	XVII.	XVIII.	XIX.	XX.
<i>K</i>	41,915	43,329	32,452	35,158	32,958	34,240	30,637	34,147	30,640	30,155
<i>Na</i>	27,646	6,860	44,924	42,117	43,790	45,852	46,332	46,034	46,385	46,668
<i>Cl</i>	39,637	49,842	52,648	50,685	54,262	52,810	53,067	52,865	52,992	53,475
<i>SO<sub>4</sub></i>	48,768	—	—	—	—	—	Sp. <i>Cu</i>	—	—	—
<i>H<sub>2</sub>O</i>	2,020	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Unlös.	—	—	—	2,030	4,700	—	—	—	—	—
	99,986	100,004	99,994	99,990	99,710	99,902	100,036	100,046	100,017	99,998
	XXI.	XXII.	XXIII.	XXIV.	XXV.	XXVI.	XXVII.	XXVIII.	XXIX.	XXX.
<i>K</i>	28,144	28,682	28,542	36,134	30,464	28,760	30,842	34,479	0,750	5,075
<i>Na</i>	17,946	17,723	17,875	44,059	46,077	47,095	44,330	44,762	38,440	34,185
<i>Cl</i>	53,300	53,465	53,569	52,597	52,943	52,252	49,784	47,444	57,426	49,752
<i>Cu</i>	—	—	—	0,210	—	—	0,539	0,273	—	—
<i>Fe</i>	—	—	—	—	0,453	—	Sp. <i>Mo</i>	—	—	—
<i>SO<sub>4</sub></i>	—	—	—	—	—	0,423	4,365	5,844	4,534	9,499
<i>H<sub>2</sub>O</i>	—	—	—	—	—	0,792	2,865	—	4,150	0,600
Unlös.	—	—	—	—	—	0,225	—	—	—	—
<i>CO<sub>3</sub></i>	—	—	—	—	—	—	—	—	4,090	0,540
<i>SiO<sub>2</sub></i>	—	—	—	—	—	—	—	—	0,433	0,440
	99,460	99,870	99,986	100,000	99,907	99,547	99,725	99,774	99,923	99,727
	XXXI.	XXXII.	XXXIII.	XXXIV.	XXXV.	XXXVI <sup>3)</sup> .	XXXVII <sup>4)</sup> .	XL.	XLI.	
<i>K</i>	44,688	23,545	23,242	42,780	25,769	6,188	27,282	<i>Al</i>	7,689	3,264
<i>Na</i>	29,847	44,006	44,308	8,633	2,520	8,737	9,092	<i>Fe</i>	4,239	4,614
<i>Cl</i>	54,594	4,043 <sup>1)</sup>	4,221	—	—	46,794	39,484	<i>Ca</i>	0,446	4,744
<i>SO<sub>4</sub></i>	6,493	58,639	57,049	73,092	70,452	32,929	4,173	<i>Mg</i>	4,590	0,399
<i>CO<sub>3</sub></i>	0,342	—	0,279 <sup>1)</sup>	—	—	4,642 <sup>1)</sup>	0,484 <sup>1)</sup>	<i>K</i>	3,904	45,547
<i>SiO<sub>2</sub></i>	0,093	0,410 <sup>2)</sup>	<i>Fe</i> 4,708	<i>Fe</i> 0,507	<i>Fe</i> 0,245	<i>Fe</i> 4,190	—	<i>Na</i>	4,734	2,649
<i>H<sub>2</sub>O</i>	—	5,583	0,443	3,459	—	—	0,835	<i>SO<sub>4</sub></i>	0,446	48,979
<i>Cu</i>	—	—	0,738	0,776	—	3,354	0,298	<i>Cl</i>	53,444	4,185
Unlös.	—	—	4,020	—	—	23,480	24,550	<i>H<sub>2</sub>O</i>	29,815	—
	99,997	99,926	99,948	99,247	98,993	99,919	99,895	<i>PO<sub>4</sub></i>	—	0,402
								<i>In HCl unl.</i>	—	38,064

Für die Salze XL. und XLI. ist die Summe der Analyse nicht gegeben; beide enthalten Spuren Fluor.

Die Salze XXXVIII. und XXXIX. lieferten folgende Zahlen:

1) *Ca*.

2) *Mg*.

3) Ferner 3,870 *Mg*, 2,435 *Al*, Spuren von *Mn* und *Zn*.

4) Ferner 0,039 *MoO<sub>3</sub>* und Spuren von *Bi* und *P*.



XXXVIII.		XXXIX.	
In Wasser löslich.			
<i>K</i>	27,125		29,913
<i>Na</i>	2,185		40,846
<i>Mg</i>	0,136		Spur
<i>Ca</i>	0,598		0,280
<i>Fe</i>	2,677		0,144
<i>Mn</i>	0,108		Spur von <i>Mo</i>
<i>Zn</i>	0,163		und <i>Co</i>
<i>Cu</i>	1,186		0,884
<i>Cl</i>	3,041		45,645
<i>SO<sub>4</sub></i>	59,023		1,258
In Wasser unlöslich.			
<i>MoO<sub>3</sub></i>	0,023	<i>SiO<sub>2</sub></i>	1,726
<i>PbSO<sub>4</sub></i>	1,144	<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	4,512
<i>Co</i>	Spur	<i>Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub></i>	1,767
Schlackenbruchstücke	1,090	<i>ZnO</i>	0,281
<i>Bi</i>	Spur	<i>PbSO<sub>4</sub></i>	0,153
		in <i>HCl</i> unlösl.	1,891
		<i>CaSO<sub>4</sub>, Mg, H<sub>2</sub>O</i> usw.	0,701

Verf. hat auch den Leucit aus der Lava des Atrio del Cavallo von 1895 und einen kaolinisierten Leucit mit folgenden Resultaten analysiert:

	Leucit von 1895:	Kaolinisierter Leucit:
<i>SiO<sub>2</sub></i>	55,882	58,650
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i> mit Spur <i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	21,630	24,197
<i>CaO</i>	0,840	—
<i>K<sub>2</sub>O</i>	19,159	0,680
<i>Na<sub>2</sub>O</i>	2,539	10,950
Gebundenes Wasser	—	7,371
Hygroskop.	—	0,538
	100,050	99,386

Ref.: F. Zambonini.

### 34. V. Spirek (in Siele Toscana): Das Zinnobervorkommen des Amiata-berges (Rassegna Mineraria 1903, 18, Nr. 6, 83—85).

Verf. teilt ausführlich seine Ansichten über die Bildung des Zinnobers mit. Eine Schwefelsäurelösung mit Quecksilber-, Eisen- und Alkalisulfaten und Schwefelwasserstoff wirkte auf die liassischen oder eocänen Kalke ein, welche 10—30% Thon enthalten. Ein Teil der Schwefelsäure zersetzt den thonhaltigen Kalk unter Bildung von Calciumsulfat und Freiwerden der  $CO_2$ , während der Thon in der Lösung suspendiert bleibt. Der andere Teil der Schwefelsäurelösung bildet mit Hilfe von  $H_2S$  Calcium- und Alkalipolysulfide, welche aus der neutral gewordenen Lösung das Quecksilber als Zinnober fällen. Wenn  $CuS_3$  den Zinnober gefällt hat, wird es, wie bekannt, Monosulfid und kann dann mit dem Zinnober ein lösliches Doppelsalz bilden. Nach Verf. umhüllt der in der Lösung suspendierte Thon den gefällten Zinnober, so daß letzterer vor der lösenden Einwirkung des Calciummonosulfids geschützt ist. Was den Ursprung der schwefelsäurehaltigen Lösung betrifft, so behauptet Verf. folgendes. Die eruptiven

Magmen sind die Träger der Metalle im Zustande von Sulfiden. Nach dem Erkalten bildet sich durch Einwirkung von Luft und Wasser die Schwefelsäure und daher die metallführende Lösung, welche die naheliegenden Gesteine (Kalke) durchdringen und den Zinnober nach der oben erwähnten Weise absetzen.

Ref.: F. Zambonini.

**35. B. Lotti (in Rom): Über das Bauxitlager von Colle Carovenzi, nahe Pescosolido (Bez. Sora) (Rassegna Mineraria 1903, 18, Nr. 44, 163—165).**

Das Bauxitlager befindet sich auf dem linken Ufer des Flusses Liri, in einer Seehöhe von 800—900 m und bildet eine Schicht, welche zwischen den Schichten des weißen, wachsartigen Kalkes des Urgoniens regelmäßig liegt. Der Bauxit ist braunrot mit helleren Partien, das spec. Gew. schwankt nach Mattiolo zwischen 3,22 und 3,45. Die chemische Zusammensetzung ist nach Mattiolo folgende:

	I.	II.	III.
Hygrosk. Wasser	4,05	0,86	4,24
Gebundenes Wasser	11,43	12,25	11,72
$SiO_2$	5,76	2,52	4,68
$TiO_2$		1,27	
$Fe_2O_3$	25,69	24,42	24,68
$FeO$		0,71	
$Al_2O_3$	55,89	58,40	57,33
	99,82	100,43	99,62

Nach dem Verf. bildete sich der Bauxit gleichzeitig mit den umhüllenden Gesteinen und daher handelt es sich um einen epigenen Absatz, welcher in der See stattfand. Endlich bemerkt Verf., daß die Lager von Bauxit und oolithischem Eisen eine Reihe von Zwischenstufen zeigen, so daß es über ihren innigen genetischen Zusammenhang keinen Zweifel geben kann.

Ref.: F. Zambonini.

**36. G. De Angelis d'Ossat (in Rom): Das Zinnoberlager in der Nähe von Saturnia (Provinz Grosseto) (Ebenda 1903, 18, Nr. 48, 275—277).**

Die Arbeit enthält Notizen meistens geologischer Natur in Ergänzung einer früheren Arbeit (diese Zeitschr. 40, 296). Nur einmal fand Verf. krystallisierten Zinnober: es handelt sich um isolierte Rhomboëder.

Ref.: F. Zambonini.

**37. L. Colomba (in Turin): Zeolithe der Kronprinz Rudolf-Insel (Osservazioni scientifiche eseguite durante la spedizione polare di S. A. R. Luigi Amedeo di Savoia, Duca degli Abruzzi. Milano 1903).**

In den Mandeln einiger Basalte der Kronprinz Rudolf-Insel finden sich einige Zeolithe, welche neben Calcit, Quarz und Chalcedon einige große Drusen auskleiden. Die gefundenen Zeolithe sind Heulandit, Stilbit und eine neue Ptilolithvarietät. Über letztere wurde in dieser Zeitschr. 40, 400 schon referiert.

Heulandit. Er wurde in den Basalten von Cap Auk und Cap Fligely gefunden. Er bildet gewöhnlich kleine Blättchen, eine Probe lieferte aber deut-

liche, weiße oder etwas gelbliche Krystalle, welche selbst 3 cm Länge und 2 cm Breite erreichen. Sie zeigen die Formen  $\{010\}$ ,  $\{201\}$ ,  $\{20\bar{1}\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{001\}$ . Die größte Form ist  $\{010\}$ , auch groß entwickelt sind  $\{201\}$  und  $\{20\bar{1}\}$ , klein  $\{110\}$  und ganz linear  $\{001\}$ . Die Krystalle bilden Gruppen in paralleler Stellung mit  $\{010\}$  als Contactflächen. Die chemische Zusammensetzung ist:

$SiO_2$	58,47
$Al_2O_3$	47,78 (mit Spur $Fe_2O_3$ )
$CaO$	7,10
$Na_2O$	0,65
$H_2O$	45,71
	<hr/> 99,71

Verf. berechnet die Formel  $H_{10}Ca_2Al_{2,2}Si_{13}O_{39} + 7H_2O$ ; ein kleiner Überschuß an Sesquioxyden über den Kalk ist von kleinen Spuren  $Fe_2O_3$  verursacht, welche im Mineral als Limonit enthalten sind.

Stilbit. Er kommt in einigen Basalten vom Cap Deutschland und Cap Fligely vor; er bildet radiale Aggregate von blätterigen Krystallen, welche durch Limonit gelblich sind. Eine Probe war von einem kieseligen Überzuge bedeckt, welcher der letzte Absatz der Druse ist. Der Überzug ist warzenförmig mit krystallinischen Begrenzungen nach außen, welche die gewöhnlichen Formen des Quarzes zeigen; im Inneren besitzt er radialfaserige Structur. Die mikroskopische Untersuchung ließ erkennen, daß der Überzug aus Chalcedonsphärolithen durch Quarzkörner cementiert und nach oben von Quarzkrystallen bedeckt besteht. Die chemische Zusammensetzung ist:

$SiO_2$	54,24
$Al_2O_3$	48,60 (mit Spur $Fe_2O_3$ )
$CaO$	8,67
$Na_2O$	0,44
$H_2O$	48,74
	<hr/> 100,60

welche zur Formel  $H_6Ca_2Al_{2,2}Si_{11}O_{33} + 40H_2O$  führt.

Ref.: F. Zambonini.

38. U. Panichi in Florenz: Die Homologie und die zonale Krystallographie R. Accad. d. scienze di Torino 1903, 38, 135—149.

Um diese Arbeit kurz zusammenzufassen, denke man sich die Krystallaxen gezogen (etwa  $n$  an der Zahl), worauf die Krystallflächen bezogen werden. Sind  $\varepsilon$  und  $\varepsilon'$  zwei Flächen, so werden sie durch die  $n$  Axen zwei Polygone bestimmen, welche homolog genannt werden. Das Homologiecentrum ist der Ursprung der Coordinaten, durch welches die  $n$  Axen gezogen sind. Nennt man  $m, n, p, \dots$  und resp.  $m', n', p', \dots$  die Symbole der beiden Flächen  $\varepsilon$  und  $\varepsilon'$ , so heißt Homologieebene  $\omega$  diejenige Ebene, deren Symbol

$$\frac{1}{2}(m + m', n + n', p + p', \dots)$$

ist. Eine solche Ebene stumpft die durch die zwei Flächen  $\varepsilon$  und  $\varepsilon'$  bestimmte Kante  $k$  ab. Betrachtet man noch die Ebene  $\pi$ , deren Symbol

$$\frac{1}{2}(m - m', n - n', p - p', \dots)$$

ist, so werden die beiden betrachteten Flächen  $\varepsilon$  und  $\varepsilon'$  durch die zwei Ebenen  $\omega$  und  $\pi$  harmonisch geteilt; oder die Homologieebene ist harmonisch gelegen zu den Flächen  $\varepsilon$  und  $\varepsilon'$  in bezug auf das Homologiecentrum. Der Coefficient  $\frac{1}{2}$ , welcher dem Symbol der Homologieebene beigesetzt ist, bestimmt die wirkliche Stelle der genannten Fläche  $\omega$ , während das Symbol derselben ihre Lage als Krystallfläche angibt.

Die Darstellung der geometrischen Homologie kann durch die Zusammensetzung von Kräften ausgesprochen werden, wenn sie normal zu den richtig gewählten Krystallflächen genommen werden. Die Homologie deckt sich dann genau mit der Complication Goldschmidts. Verf. leitet nun die Krystallflächen aus der Homologie ab und kommt zu demselben Resultate wie Fedorow<sup>1)</sup>.

Als Beispiel wird die allgemeine Krystallform  $\{mnp\}$  des kubischen Systems gewählt, die bekanntlich aus 48 gleichwertigen Flächen besteht. Sie liefert

daher  $\frac{48 \times 47}{2} = 1128$  Flächenpaare. Daraus werden ebensoviele harmonische

Flächen entstehen, die andererseits in aus gleichwertigen Flächen zusammengesetzte Gruppen vereinigt werden können, welche harmonische Krystallformen heißen; sie sind unter einander ähnlich.

Verf. löst auch die umgekehrte Aufgabe, nämlich alle jene Krystallformen zu bestimmen, zu welchen eine gegebene Krystallform harmonisch ist. Zum Schlusse macht Verf. die Bemerkung, daß, wenn durch die homologe Entwicklung Krystallformen abgeleitet werden aus derjenigen, deren Indices nicht verschieden sind von 4 und 0, jene harmonischen Formen um so näher an dieselbe zu liegen kommen, je kleinere Indices sie erhalten werden. Infolgedessen wird, wenn harmonische Verwandtschaft innerhalb der Ausbildung der Krystallformen vorhanden sein soll, anzunehmen sein, daß diese Verwandtschaft um so größer sein wird, je kleinere Indices diese Formen bekommen, und somit werden solche Formen mit größerer Wahrscheinlichkeit auftreten. Ist diese Annahme durch die Erfahrung bestätigt, so geht das Häüysche Gesetz als Folge aus dem allgemeinen Homologieprincip hervor.

Bemerkung des Ref. Es ist erfreulich, daß der neue, schon von Mallard vertretene Standpunkt der zonalen Krystallographie seit Goldschmidt und Fedorow viele Anhänger gefunden hat. Die elegante geometrische Darstellung des Verfs. deutet sogar auf einen Fortschritt in dieser Richtung hin. Aber die harmonische Verwandtschaft allein, auch wenn sie durch die geometrische Homologie dargestellt wird, reicht nicht hin, um alle Tatsachen zu erklären, welche bei der Krystallbildung beobachtet werden. Denn gerade darin decken sich die von dem Verfasser gezogenen Schlüsse nicht mit der Erfahrung, daß die wahrscheinlichsten Krystallflächen nicht diejenigen sind, deren Lage durch kleine, sondern die, deren Lage durch recht große Indices dargestellt wird, also die Vicinalflächen. Das muß darauf hinweisen, daß die normalen Kräfte allein nicht genügen, um die Ausbildung der Krystallflächen zu erklären, wie Ref. in seiner Krystallographie hervorgehoben hat<sup>2)</sup>. Daher deckt sich das Princip der Homologie nicht vollständig mit dem Häüyschen Gesetz.

Ref.: C. Viola.

1) V. Goldschmidt, diese Zeitschr. 28, 4 und 444. — v. Fedorow, diese Zeitschr. 32, 446 und 35, 25.

2) C. M. Viola, Grundzüge der Krystallographie. Leipzig, W. Engelmann 1904. Man sehe auch Fr. Becke, Tschermaks miner. Mitt. 23, 460.

**39. H. Siedentopf und R. Zsigmondi (in Jena): Über Sichtbarmachung und Größenbestimmung ultramikroskopischer Teilchen, mit besonderer Anwendung auf Goldrubingläser** (Ann. d. Phys. 1903, **10**, 4—39; Naturwissenschaftl. Rundschau 1903, **18**, 365—367; Verhandl. der deutschen physik. Ges. 1903, **5**, 209—216; Journal de physique 1903, **19**, 692—700; Archives de Genève 1903, **16**, 129—139; Compt. rend. **136**, 1657—1659).

Denken wir uns in beliebiger Verteilung selbstleuchtende Teilchen von sehr hohem spezifischem Strahlungsvermögen in mittleren Abständen, welche mikroskopisch noch auflösbar sind, so sind die von ihnen im Mikroskop erzeugten Beugungsscheibchen noch wahrnehmbar, wenn auch die Teilchen weit kleiner sind, als etwa eine halbe Wellenlänge sichtbaren Lichtes. Unter Verzichtleistung auf ähnliche Abbildung ist demnach die Grenze für die Sichtbarmachung bei weit kleinerer Größenordnung zu suchen, als die von Abbe und Helmholtz festgesetzte Grenze für ähnliche Abbildung.

Statt der selbstleuchtenden Teilchen kommen in der Wirklichkeit nur Teilchen in Frage, die durch Sonnenlicht oder Bogenlicht künstlich beleuchtet sind; die Beleuchtung muß aber so angeordnet sein, daß in dem zur Sichtbarmachung verwendeten Beugungskegel keine der beleuchtenden Strahlen enthalten sind. Dies wird am besten dadurch erreicht, daß die Axe des Beleuchtungskegels auf der Axe des für die Sichtbarmachung zur Geltung kommenden Beugungskegels senkrecht steht, und die beiden Kegel solche Größen haben, daß sie sich nicht gegenseitig durchdringen.

Bei der Beobachtung muß die zu untersuchende Stelle des Präparates in die Axe des Beleuchtungskegels gebracht werden, und die Präparate haben außerdem noch gewisse Bedingungen zu erfüllen: Feste Körper müssen in parallel-pipedische Form gebracht werden. Die etwa 1—2 mm hohe Stirnfläche derselben muß sorgfältig poliert sein. Bei Flüssigkeiten hat man besonders auf die Reinheit derselben zu sehen.

Größere suspendierte Fremtteilchen von etwa  $0,5 \mu$  Durchmesser und mehr erkennt man leicht an ihrem blendenden Glanze.

Die Größe der Beugungsscheibchen hängt ab von der Apertur des zur Anwendung gelangenden Mikroskopobjectives und der Wellenlänge des im gebeugten Strahlenkegel wirksamen Lichtes. Sie sind an der gleichen Stelle im Präparate um so kleiner, je höher die Apertur des Beobachtungssystems und je kurzwelliger die betreffende Farbe ist, in welcher die Teilchen erscheinen.

Ist  $ds$  die Fläche des im gebeugten Lichte leuchtenden Teilchens,  $k$  seine spezifische Intensität  $\left(\frac{\text{Hefnerkerzen}}{\text{mm}^2}\right)$  und  $a_1$  die Apertur des Condensators,  $a_2$  die numerische Apertur des Strahlenkegels, mit dem das Leuchten des Teilchens innerhalb eines Mediums vom Brechungsindex  $n$  wirksam gemacht wird,  $g$  die mittlere Grenze der Lichtempfindlichkeit des Auges, so wird

$$g = \frac{k \cdot ds \cdot \pi \cdot a_1^2 \cdot a_2^2}{2n^2}.$$

Wird angenommen, daß die spezifische Intensität der gebeugten Strahlen gleich der der Sonnenstrahlen sei, d. h. ca.  $10^3 \left(\frac{\text{Hefnerkerzen}}{\text{mm}^2}\right)$ , daß ein Beleuchtungssystem von der Apertur 0,5 verwendet werde, und sei die Grenze der Lichtempfindlichkeit des Auges  $10^{-5}$  Meterkerzen; es werde beobachtet mit



homogener Immersion von  $a_2 = 1,3$ , und sei  $n$  etwa  $1,5$ , dann ist  $ds = 36 \cdot 10^{-12} \text{ mm}^2 = 36 (\mu\mu)^2$  die kleinste für das Auge praktisch sichtbar zu machende Flächengröße.

Die lineare Größe der nach dieser Methode zu beobachtenden Teilchen liegt zwischen rund  $0,006$  und  $0,25 \mu$  ( $6 \cdot 10^{-6}$  und  $250 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$ ).

Auch bei intensivster Beleuchtung wird es demnach unmöglich bleiben, einzelne räumliche Discontinuitäten von der Größenordnung, wie sie den mittleren Molekülen zugeschrieben wird (ca.  $0,6 \mu\mu$ ), für das menschliche Auge sichtbar zu machen. Dagegen steht der Sichtbarmachung größerer Molekular-complexe (Eiweiß, Kartoffelstärke usw.) kein principiell Bedenken entgegen.

Ref.: J. Beckenkamp.

**40. L. Holborn und E. Hennig** (in Berlin): Über die Ausdehnung des geschmolzenen Quarzes (Ann. d. Phys. 1903, 10, 446—448).

Ein Stab aus geschmolzenem Quarz von  $0,52 \text{ m}$  Länge und  $2,9 \text{ mm}$  Durchmesser erfuhr bei einer Temperaturänderung von  $0^\circ$  bis  $1000^\circ$  eine Ausdehnung von  $262 \mu$  ( $\mu = 0,001 \text{ mm}$ ). Für die Ausdehnung der Längeneinheit pro  $1^\circ$  (zwischen  $0^\circ$  und  $1000^\circ$ ) folgt hieraus der Coefficient  $5,4 \cdot 10^{-7}$ .

Der natürliche Quarz zeigt oberhalb  $500^\circ$  eine stärkere Änderung im Verlaufe der Ausdehnung; ähnliche Änderungen scheint auch der geschmolzene Quarz bei dieser Temperatur zu erfahren.

Ref.: J. Beckenkamp.

**41. R. v. Salmen und G. Tammann** (in Göttingen): Über das Auffinden von Umwandlungspunkten mit einem selbstregistrierenden Dilatographen (Ebenda 879—889).

Das Kaliumbichromat krystallisiert aus der Schmelze bei  $400^\circ$  in schönen, durchsichtigen triklinen Krystallen, die bei der Abkühlung bei  $240^\circ$  rissig werden und zu einem undurchsichtigen Pulver zerfallen.

Taucht man in die Schmelze ein Thermometer und läßt abkühlen, so findet sich in der Curve, welche die Temperatur in Abhängigkeit von der Zeit darstellt, keine Discontinuität, während das Probierröhrchen, in welchem der Stoff sich befindet, bei  $240^\circ$  infolge der die Umwandlung begleitenden Ausdehnung gesprengt wird. Trotz der großen Volumänderung ist also diese Umwandlung nicht von einer merklichen Energieänderung begleitet.

Kühlt man dagegen Kupfersulfid ab, so hält sich die Temperatur bei  $79^\circ$  einige Zeit constant, während dasselbe Präparat in einem Dilatometer weder bei steigender, noch bei fallender Temperatur ein Discontinuität in der Volumcurve wahrnehmen läßt.

Da also das Studium nur einer der beiden Isobaren einen etwaigen Umwandlungspunkt leicht übersehen läßt, so empfiehlt es sich, beim Studium der Polymorphie sowohl die Energie-, als die Volumisobare zu untersuchen.

Zur Ermittlung der Wärmeausdehnung wurde ein eigenes Dilatometer construiert, bei welchem der zu untersuchende Körper in Cylinderform in eine Silberröhre eingeschoben wurde, die ihrerseits von einer Porzellanröhre umgeben war. Die bei der Erwärmung resp. Abkühlung eintretende Längenänderung des Silbers und des zu untersuchenden Körpers wurde durch je einen Hebel auf einer mit gleichförmiger Geschwindigkeit rotierenden Trommel verzeichnet. Aus der bekannten Ausdehnung des Silbers läßt sich für die jedesmalige Stellung der beiden Hebel die zugehörige Temperatur bestimmen.

Die Erwärmung geschah durch einen um die Porzellanröhre gewickelten und von einem elektrischen Strome durchflossenen Nickeldraht. Durch successive Verminderung des Vorschaltwiderstandes wurde die Temperatur gesteigert. Die Ordinaten der beiden von den Stiften beschriebenen Curven geben die scheinbaren Ausdehnungen des Silbers und des fraglichen Körpers gegen Porzellan an, die Abscisse die Zeit. Das Verfahren gestattet alle Umwandlungspunkte zu finden, bei denen eine Änderung der linearen Dimensionen von mehr als 0,05 % der Länge des sich umwandelnden Cylinders eintritt.

Mit Hilfe dieser Vorrichtung fanden die Verff. beim Natriumpyrophosphat eine Umwandlung bei 390°, welche mit einer Contraction verbunden war, und eine zweite bei 520° verbunden mit einer Dilatation.

Beim Bergkrystall (1 der Hauptaxe) fanden die Verff. die Verschiedenheit der Umwandlungstemperatur (nach Mallard bei 570°) verschiedener Stücke größer, als es die Fehler des Verfahrens zulassen.

Ein Cylinder aus geschmolzenem Kaliumcarbonat dehnt sich bei Temperatursteigerung bei 400° plötzlich stärker aus, als bei niederen und höheren Temperaturen. Ein solcher von Natriumcarbonat hat von 0° bis 300° eine mittlere, von 300° bis 450° eine doppelt so starke und von 450° bis 650° eine nur halb so starke Ausdehnung.

Ein Cylinder aus geschmolzenem Natriumsulfat contrahiert sich bei 200° plötzlich und dehnt sich wenige Grad höher wieder um einen noch etwas größeren Betrag aus. Ein Cylinder aus geschmolzenem Thalliumsulfat hat zwischen 400° und 460° eine drei- bis sechsmal geringere Ausdehnung als unterhalb und oberhalb dieses Temperaturintervalles.

Flußspat zersplittert bei 300°.

Ref.: J. Beckenkamp.

#### 42. W. Schmidt (in Gießen): Bestimmung der Dielektricitätsconstanten von Krystallen mit elektrischen Wellen. II. Abh. (Ann. der Phys. 1903, 11, 414—426).

Sind die Dielektricitätsconstanten eines Krystalles  $\epsilon_a$ ,  $\epsilon_b$ ,  $\epsilon_c$ , so verhält sich ein aus dem Krystall mechanisch hergestelltes feines Pulver wie ein homogener Körper mit den Constanten:

$$\epsilon_m = \frac{\epsilon_a + \epsilon_b + \epsilon_c}{3} \quad \text{bei optisch zweiaxigem und}$$

$$\epsilon_m = \frac{2\epsilon_{\perp} + \epsilon_{\parallel}}{3} \quad \text{bei optisch einaxigem Material.}$$

Verf. findet diese Formeln durch Beobachtungen an Baryt und Cölestin nach der früher (in dieser Zeitschr. 1904, 39, 418) beschriebenen Methode bestätigt. Bekanntlich befolgt der Schwefel allein die Maxwellsche Regel:  $\epsilon = \nu_{\infty}^2$ , oder, richtiger ausgedrückt, beim Schwefel allein läßt sich der Brechungsexponent für unendlich lange Wellen aus den Brechungsindices im Bereiche der sichtbaren Strahlen ohne die Annahme von Absorptionsstreifen im Ultrarot mit Hilfe der üblichen Dispersionsformeln berechnen.

Für den Diamanten berechnet sich aus Beobachtungen im sichtbaren und im ultravioletten Gebiete nach der Ketteler-Helmholtzschen Formel  $\nu_{\infty}^2 = 5,66$ . Verf. fand nach der von ihm verwendeten Methode  $\epsilon = 5,50$ , also einen Wert, der mit dem berechneten ebenfalls sehr nahe übereinstimmt.

Der Vergleich der berechneten Werte  $\nu_{\infty}^2$  und der beobachteten Werte  $\varepsilon$  ist bei den Elementen nicht ohne Interesse.

	Schwefel:			Diamant:		Gelber Phosphor:	Glasiges Selen:	Jod:	Brom:
$\varepsilon$	3,59	3,83	4,62	5,50		3,60	6,60	4,0	3,10
$\nu_{\infty}^2$	3,59	3,89	4,60	5,66		4,22	6,02	?	2,53
	Chlor:			Wasserstoff:		Luft (O + N)			
$\varepsilon$	1,88			1,00026		1,00059			
$\nu_{\infty}^2$	1,87			1,00028		1,00059			

Da bei den Elementen die Unterschiede zwischen  $\varepsilon$  und  $\nu_{\infty}^2$  relativ kleiner sind, als bei allen andern in dieser Hinsicht untersuchten Körpern, so darf man annehmen, daß bei ihnen die Moleküle einen besonders einfachen Bau haben.

Verf. bestimmt außerdem  $\varepsilon$  für eine Anzahl Blei- und Thalliumverbindungen und fand:

Cerussit	$\varepsilon_m = 22,6$	Thalliumcarbonat	$\varepsilon = 17$
Pyromorphit	$\varepsilon_m = 47,5$	Thalliumsulfat	$\varepsilon = 28$
Wulfenit	$\varepsilon_{  } = 26,8$	Thalliumchlorid	$\varepsilon = 30$
Bleimolybdänat		Thalliumnitrat	$\varepsilon = 16,5$
(künstlich)	$\varepsilon = 23,8$		
Mennige	$\varepsilon = 17,8$	In beiden Gruppen nimmt hier- nach $\varepsilon$ vom Nitrat über das Car- bonat und Sulfat zum Chlorid zu.	
Bleisulfat			
(künstlich)	$\varepsilon = 28$		
Bleichlorid	$\varepsilon = 42$		
Bleinitrat	$\varepsilon = 16$		

Ferner wurden vom Verf. noch eine Anzahl Mineralien und künstlich dargestellte Körper untersucht. Das Resultat ergibt nachstehende Tabelle:

Rutil	$\varepsilon_m = 117$	Baryt	$\varepsilon_m = 9,3$
Rutil (Snarum)		Baryumsulfat	
(hellrotes Pulver)	$\varepsilon = 110$	(künstlich)	$\varepsilon = 10,2$
Brookit (Tavetsch)		Cölestin	$\varepsilon_m = 11,4$
(hellbraun)	$\varepsilon_a = 78$	Strontiumsulfat	
Arkansit		(künstlich, weißes Pulver)	$\varepsilon = 11,3$
(grünes, stark ver- unreinigtes Pulver)	$\varepsilon = 12$	Marmor (Carrara)	$\varepsilon = 8,3$
Titanoxyd I. (künstl.)	$\varepsilon = 31$	Calcit	$\varepsilon_m = 8,3$
Titanoxyd II.		Aragonit	$\varepsilon_m = 8,0$
(elektrochemisch dargestellt)	$\varepsilon = 7,7$		

Die höchste Dielektricitätsconstante besitzt hiernach der Rutil. Während bei Blei- und Thalliumverbindungen die hohe Dielektricitätsconstante durch das Metall bedingt ist, ist die Ursache für die hohe Constante bei den natürlichen Titanoxyden noch unbekannt.

Ref.: J. Beckenkamp.

**43. F. Pockels (in Heidelberg): Über die Änderung der Lichtfortpflanzung in Kalkspat durch Deformation** (Ann. d. Phys. 1903, 11, 726—753).

Die Fortpflanzung ebener Lichtwellen in zweiaxigen Krystallen wird bekanntlich

durch das Polarisationsovaloid (Elasticitätsfläche nach Fresnel):  $r^4 = B_{11}x^2 + B_{22}y^2 + B_{33}z^2 + 2B_{23}yz + 2B_{31}zx + 2B_{12}xy$  ausgedrückt.

Wird für einen rhomboëdrischen Krystall als  $Z^0$ -Axe die dreizählige Axe gewählt, die  $X^0$ -Axe in eine der dreizähligen Axen gelegt und die  $Y^0$ -Axe so angenommen, daß sie aus einer Fläche des positiven Grundrhomboëders austritt, und erleidet ein solcher Krystall die Deformationen  $x_x, y_y, z_z, y_z, z_x, x_y$ , dann nehmen die Polarisationsconstanten  $B_{hk}$  nachstehende Werte an:

$$\begin{aligned} B_{11} &= \omega_o^{02} + \alpha_{11}x_x + \alpha_{12}y_y + \alpha_{13}z_z + \alpha_{14}y_z, \\ B_{22} &= \omega_o^{02} + \alpha_{12}x_x + \alpha_{11}y_y + \alpha_{13}z_z - \alpha_{14}y_z, \\ B_{33} &= \omega_e^{02} + \alpha_{31}(x_x + y_y) + \alpha_{33}z_z, \\ B_{23} &= \alpha_{41}(x_x - y_y) + \alpha_{44}y_z, \\ B_{31} &= \alpha_{44}z_x + \alpha_{41}x_y, \\ B_{12} &= \alpha_{14}z_x + \frac{1}{2}(\alpha_{11} - \alpha_{12})x_y, \end{aligned}$$

wobei  $\omega_o^{00}$  und  $\omega_e^{00}$  die ursprünglich ordentliche und außerordentliche Hauptgeschwindigkeit bedeuten,

oder:

$$\begin{aligned} B_{11} &= \omega_o^{02} - [\alpha_{11}X_x + \alpha_{12}Y_y + \alpha_{13}Z_z + \alpha_{14}Y_z], \\ B_{22} &= \omega_o^{02} - [\alpha_{12}X_x + \alpha_{11}Y_y + \alpha_{13}Z_z - \alpha_{14}Y_z], \\ B_{33} &= \omega_e^{02} - [\alpha_{31}X_x + Y_y) + \alpha_{33}Z_z], \\ B_{23} &= -[\alpha_{41}(X_x - Y_y) + \alpha_{44}Y_z], \\ B_{31} &= -[\alpha_{44}Z_x + 2\alpha_{41}X_y], \\ B_{12} &= -[\alpha_{14}Z_x + (\alpha_{11} - \alpha_{12})X_y], \end{aligned}$$

wenn  $X_x$  usw. die auf obiges Axensystem bezogenen Druckcomponenten darstellen.

Die Drehungen derjenigen optischen Symmetrieaxe, welche aus der  $Z^0$ -Axe hervorgeht, um die  $X^0$ -Axe und um die  $Y^0$ -Axe sind:

$$\operatorname{tg} 2\Phi_x = \frac{2B_{23}}{B_{22} - B_{33}}, \quad \operatorname{tg} 2\Phi_y = \frac{2B_{31}}{B_{33} - B_{11}}.$$

Bei einem zur Hauptaxe senkrechten einseitigen Druck  $p$ , dessen Richtung mit der  $X^0$ -Axe den Winkel  $\psi$  bildet, erfolgt die Drehung um eine Axe, die gegen  $X_0$  unter dem Winkel  $+2\psi$  geneigt ist; der Betrag der Drehung ist

$$\text{in diesem Falle } \Phi = \frac{\alpha_{41}p}{\omega_o^{02} - \omega_e^{02}}.$$

Wirkt der Druck parallel der  $Z^0$ -,  $X^0$ - oder  $Y^0$ -Axe, so sind die Hauptlichtgeschwindigkeiten direct durch  $\sqrt{B_{11}}$ ,  $\sqrt{B_{22}}$ ,  $\sqrt{B_{33}}$  gegeben, welche Größen dann die Constanten  $\alpha_{11}$ ,  $\alpha_{12}$ ,  $\alpha_{13}$ ,  $\alpha_{31}$ ,  $\alpha_{33}$  enthalten;  $\alpha_{41}$  könnte aus der Drehung  $\Phi$  bestimmt werden, diese ist aber für die praktische Bestimmung zu gering. Zur Bestimmung der Constanten  $\alpha_{41}$  wurde deshalb die Aenderung der Lichtgeschwindigkeit in einer gegen die  $Z^0$ -Axe schiefwinklig geneigten Richtung ermittelt, während der Druck parallel der  $X$ -Axe wirkte. Zur Bestimmung der Constanten  $\alpha_{14}$  und  $\alpha_{44}$  endlich wurde in der  $Y^0Z^0$ -Ebene gegen die  $Z^0$ -Axe ein unter  $45^\circ$  geneigter Druck ausgeübt, und die relativen Verzögerungen ermittelt, welche man in der Richtung der  $X^0$ -Axe und in der zur Druckrichtung senkrechten Richtung in der  $Y^0Z^0$ -Ebene beobachtet. Die für diese Beobach-

tungen verwendeten rechtwinkligen Parallelepipeden hatten eine Länge von 20 mm, während die dazu senkrechten Kanten ungefähr 6 mm lang waren.

Um aus den beobachteten Verzögerungen die Änderungen der Lichtgeschwindigkeiten und damit die Constanten  $\alpha_{hk}$  ableiten zu können, muß zunächst noch derjenige Teil der Verzögerung ermittelt werden, welcher von der Dickenzunahme des Parallelepipeds in der Beobachtungsrichtung herrührt; es geschieht dies mit Hilfe der Elasticitätsmoduln  $s_{hk}$ , deren Werte durch Baumgarten und Voigt (vergl. diese Zeitschr. **19**, 488) bestimmt sind.

Die absoluten Verzögerungen wurden mittels Interferentialrefractors, die relativen mittels Babinetschen Compensators bestimmt. Zur Vermeidung der Bildung von Zwillingsslamellen nach Gleitflächen durfte bei einem Teile der Prismen die Belastung nicht über 2 kg gehen.

Aus den Beobachtungen berechnete Verf. nachstehende Werte  $\alpha_{hk}$  und  $a_{hk}$ :

$\alpha_{11} = 6,0 \cdot 10^{-6}$	$a_{11} = + 0,095$
$\alpha_{12} = 9,0 \cdot 10^{-6}$	$a_{12} = + 0,189$
$\alpha_{13} = 24,8 \cdot 10^{-6}$	$a_{13} = + 0,215$
$\alpha_{14} = -10,9 \cdot 10^{-6}$	$a_{14} = - 0,006$
$\alpha_{31} = 15,5 \cdot 10^{-6}$	$a_{31} = + 0,309$
$\alpha_{33} = 4,4 \cdot 10^{-6}$	$a_{33} = + 0,178$
$\alpha_{41} = 6,6 \cdot 10^{-6}$	$a_{41} = + 0,040$
$\alpha_{44} = -34,0 \cdot 10^{-6}$	$a_{44} = - 0,090$

Das positive Vorzeichen der Constanten  $a_{11}$ ,  $a_{12}$ ,  $a_{13}$ ,  $a_{31}$ ,  $a_{33}$  deutet an, daß sowohl eine Dilatation parallel der Hauptaxe, als eine solche in irgend einer Richtung senkrecht zu letzterer eine Zunahme der Lichtgeschwindigkeit zur Folge hat.

Eine Dilatation  $\parallel Z^0$  allein bewirkt Abnahme der Doppelbrechung, eine solche in allen Richtungen  $\perp Z^0$  eine Zunahme derselben, ebenso allseitig gleiche Dilatation.

Die infolge der Dilatation bei Temperaturzunahme eintretende Änderung der Brechungsquotienten berechnet sich unter Zugrundelegung der Ausdehnungscoefficienten:

$$\alpha = -5,5 \cdot 10^{-6}, \quad \gamma = +25,5 \cdot 10^{-6} \quad \text{zu} \quad \frac{dn_o}{dt} = -8,9 \cdot 10^{-6},$$

$$\frac{dn_e}{dt} = -4,9 \cdot 10^{-6}. \quad \text{Die tatsächlich beobachtete ist dagegen:}$$

$$\frac{dn_o}{dt} = +0,69 \cdot 10^{-6}, \quad \frac{dn_e}{dt} = +10,57 \cdot 10^{-6}.$$

Die »reinen«, d. h. vom Einflusse der Dilatation befreiten Temperaturcoefficienten des Calcits sind demnach:

$$\frac{dn_o}{dt} = +9,6 \cdot 10^{-6}, \quad \frac{dn_e}{dt} = +12,5 \cdot 10^{-6}.$$

Nach Pulfrich sind die positiven Werte der reinen Temperaturcoefficienten des Calcits im Zusammenhange mit der Zunahme der Dispersion mit der Temperatur durch eine Zunahme der Absorption oder durch ein Näherrücken der Absorptionsstreifen im Ultraviolett bedingt.

Ref.: J. Beckenkamp.



**44. W. König** (in Greifswald): **Doppelbrechung in Glasplatten bei statischer Biegung** (Ann. d. Phys. 1903, 11, 842—866).

Verf. hat in einer früheren Mitteilung (vgl. diese Zeitschr. 37, 516) gezeigt, daß in transversal schwingenden Glasplatten zwei Arten von Doppelbrechung auftreten, die eine von der Krümmung der Platte, die andere von scherenden Kräften herrührend. In vorliegender Arbeit wird diese Wirkung doppelter Art auch bei statischen Biegungen einer Platte nachgewiesen. Wird ein Glasstab über zwei Schneiden gelegt und in der Mitte oder an zwei symmetrisch gelegenen Punkten ein Druck ausgeübt, so treten keine scherenden Kräfte in ihm auf, sondern nur die von der Krümmung bedingte Zug- und Druckspannung in der Richtung des Stabes. Wird eine derartig gebogene Glasplatte zwischen gekreuzten Nicols in einer zur Längs- und Druckrichtung senkrechten Richtung von Lichtstrahlen durchsetzt, so erscheinen die bekannten Brewsterschen Streifen, und zwar innerhalb des ganzen kreisförmig gebogenen Teiles der Platte mit unveränderlichem Abstände von der Mittellinie, wenn die Polarisations Ebenen der Nicols  $45^0$  mit der Längsrichtung der Platte bilden. Stehen die Polarisations Ebenen der Nicols senkrecht und parallel zur Längsrichtung, so erscheint die Platte vollkommen dunkel. Diese Beobachtung entspricht bei der schwingenden Platte den Erscheinungen im Schwingungsbauche.

Wird dagegen die Glasplatte an drei Lagern  $m_1$ ,  $m_3$ ,  $m_5$  aufgelegt, und von oben an zwei zu  $m_3$  symmetrischen Punkten  $m_2$  und  $m_4$  gedrückt, dann finden zwischen  $m_2$  und  $m_3$ , sowie zwischen  $m_3$  und  $m_4$  Übergänge von der Krümmung in einem Sinne zu solchen im anderen Sinne statt. In den Wendepunkten ist die Krümmung Null. Die Brewsterschen Streifen verschwinden hier; es treten in den Wendepunkten scherende Kräfte auf und bewirken hier eine Doppelbrechung von genau gleicher Art wie in den Knotenpunkten der schwingenden Platte.

Die von der Krümmung herrührende Doppelbrechung ist aber nicht bloß im Verticalschnitte des Wendepunktes, sondern außerdem längs der ganzen Erstreckung des Stabes in der neutralen Mittellinie gleich Null, die von der scherenden Kraft erzeugte Doppelbrechung kommt daher auch in dieser rein zur Erscheinung. Das Vorzeichen der Doppelbrechung ist zu beiden Seiten eines Lagers bei der Biegung entgegengesetzt.

In allen Punkten eines nicht kreisförmig gebogenen Stabes treten im allgemeinen Längsspannung und Scherung gleichzeitig auf, mit Ausnahme des oberen und des unteren Randes, an denen die Scherung gleich Null wird, sowie der Knoten und der neutralen Mittellinie, in denen die Längsspannung gleich Null wird.

Ref.: J. Beckenkamp.

**45. A. Schmauß** (in München): **Notiz zur magnetischen Doppelbrechung** (Ebenda 1903, 10, 658—660).

**Derselbe:** **Über die von Herrn Majorana gefundene Doppelbrechung im magnetischen Felde** (Ebenda 12, 486—495).

Zwischen den Polen eines Elektromagneten befindet sich ein Glastrog von 3,5 cm Länge und 1 cm Breite, welcher mit einer concentrierten Lösung von »Bravaischem Eisen« gefüllt ist. Den Glastrog durchsetzt seiner Längsrichtung nach senkrecht zu den Kraftlinien des Elektromagneten ein paralleles, geradlinig polarisiertes Lichtbündel, dessen Polarisations Ebene mit den Kraftlinien einen Winkel von  $45^0$  einschließt. Frisches Eisenoxydhydrat zeigt in diesem Falle

keine magnetische Doppelbrechung, wohl aber altes. Durch jahrelanges Stehen wandelt es sich in ein trübes Medium um. Einer Lösung von Bravaissem Eisen wurde flüssige Gelatinelösung beigegeben; die anfänglich vollständig frische Lösung erstarrte allmählich, wobei die im Magnetfelde in der Flüssigkeit beobachtete Doppelbrechung dauernd erhalten bleibt. Bei gewöhnlicher Temperatur ist die magnetische Doppelbrechung der Bravaischen Lösung stark negativ bei einer bestimmten Temperatur, bei etwa  $32^{\circ}$  wird sie allmählich Null, darüber hinaus positiv.

Beigabe einer concentrirten Gummilösung vermindert die Doppelbrechung.

Verf. ist der Ansicht, die von Majorana gefundene Doppelbrechung lasse sich durch die Annahme erklären, daß suspendierte Teilchen durch das Magnetfeld gedreht werden.

Ref.: J. Beckenkamp.

**46. O. Lehmann (in Karlsruhe): Plastische, fließende und flüssige Krystalle; erzwungene und spontane Homöotropie derselben** (Ann. d. Phys. 1903, 12, 344—341).

Rührt man in Salmiakgeist soviel Ölsäure ein, bis der Ammoniakgeruch verschwunden, so entsteht die gewöhnliche Modification des Ammoniumoleates, welche etwa die Consistenz von weichem Wachs besitzt. Bringt man eine kleine Menge dieser Substanz unter einem Deckglase bei gekreuzten Nicols unter das Mikroskop und schiebt nun das Deckglas hin und her, so erhalten nach und nach immer größere Teile des Präparates einheitliche Auslöschung. Verf. bezeichnet diese Parallelrichtung der Moleküle als »erzwungene Homöotropie«.

Bringt man zwei frei schwebende Krystalle von ölsaurem Ammoniak an einem Punkte in Berührung, so fließen diese zu einem optisch einheitlichen und völlig symmetrisch gestalteten Individuum zusammen. Solche weiche Krystalle, welche von selbst, d. h. lediglich infolge der Oberflächenspannung zusammenfließen, wenn sie in Contact kommen, nennt Verf. »fließende Krystalle«.

Die Oberflächenspannung ist bei den fließenden Krystallen nicht imstande, die Elasticität völlig zu überwinden, denn sonst könnten diese keine polyëdrische Form zeigen, sondern müßten zu vollkommen kugelförmigen Tropfen zusammengezogen werden, wie dies bei den »flüssigen Krystallen« Azoxyphenetol, Azoxyanisol, Azophenetol, Methoxyzimmtsäure usw. der Fall ist. Fließende Krystalle bilden noch das Benzoat des Cholesterins, das Acetat des Cholesterins, das Benzoat des Hydrocarotins und das Oleat des Kaliums.

Neuerdings fand Verf. noch hinzu das Propionat und das Oleat des Cholesterins, die Oleate von Natrium, Methyl-, Dimethyl- und Trimethylamin. Als das schönste Beispiel fließender Krystalle beschreibt Verf. den p-Azoxybenzoesäureäthylester; die zwischen  $113,5^{\circ}$  und  $120,5^{\circ}$  beständigen Krystalle besitzen vor anderen fließenden Krystallen den Vorzug, daß ihr Brechungsexponent von dem der isotrop flüssigen Modification beträchtlich verschieden ist, so daß die Krystalle sich auch ohne Nicols deutlich abheben. Infolge des Zusammenfließens der einzelnen benachbarten Krystalle ist die Oberfläche in beständiger zuckender Bewegung. Längere Nadeln sind optisch einaxig und Combinationen eines tetragonalen Prismas mit der Basis.

Werden feste Krystalle dieses Körpers vorsichtig erhitzt, so bleiben beim Übergange in die fließend krystallinische Modification die Umrisse der vorhandenen Krystalle erhalten und die durch dieselben begrenzten Felder zeigen einheitliche Auslöschung und einheitlichen Dichroismus (gelb und weiß). Treffen

zwei Krystalle unter  $90^0$  zusammen, so fließen sie zusammen ohne Parallelrichtung, und es entsteht ein Zwillings. Wird das Präparat von unten erhitzt, so treten Structurstörungen ein, welche auf die Bildung von Sphärokrystallen hindeuten.

Die Oberflächenspannung an der Grenze gegen Luft ist größer, als gegen die Lösung, und es wäre möglich, daß dieselbe im ersteren Falle die elastischen Kräfte überwöge, so daß tropfenförmige Krystalle entstünden. Infolge dessen verbreiten sich die fließenden Krystalle des p-Azoxibenzoësäureesters, sobald sie an eine Luftblase anstoßen, und zwar derart, daß ihre optische Axe stets senkrecht zur Oberfläche der Luftblase steht. Bildet sich ein Krystall an der freien Oberfläche der geschmolzenen Masse, wie es bei Präparaten ohne Deckglas der Fall ist, so bilden sich die Krystalle in Form von Linsen mit kreisförmigem Umriß aus, deren optische Axe senkrecht zur Oberfläche steht.

Infolge von Wirbelbewegungen bei stärkeren Temperaturdifferenzen entstehen zahllose Tropfen, welche die optischen Eigenschaften von Sphärokrystallen besitzen. Kommt ein Krystall nicht mit der Spitze, sondern mit einer Seitenfläche mit der Luftblase in Berührung, so tritt die Ausbreitung nicht ein, der Krystall bleibt vielmehr unverändert.

Ref.: J. Beckenkamp.

**47. J. Disch (in Freiburg i. Br.): Über Beziehungen zwischen natürlicher und elektromagnetischer Rotationsdispersion (Ann. d. Phys. 1903, 12, 1153—1157).**

Die Drehung der Polarisationssebene wurde mit Hilfe eines Lippichschen Halbschattenapparates bestimmt. Zur Erzeugung von homogenem Lichte diente die Aronssche Quecksilberbogenlampe, deren Licht spectral zerlegt wurde; sie liefert die Linien 578, 546, 494, 435 und 405  $\mu\mu$ . Ferner wurde benutzt die durch eine Natriumflamme erzeugte Na-Linie, endlich die Linie 556  $\mu\mu$ ; diese wurde durch den Inductionsfunken innerhalb einer mit  $H$  gefüllten Geißlerschen Röhre erzeugt, wobei die blauen und grünen Wellen durch Kaliumbichromatlösung und Rubinglas beseitigt wurden.

Zur Ermittlung der magnetischen Drehung wurde eine Quarzplatte zwischen die Pole eines Ruhmkorffschen Elektromagneten gebracht, welcher bei 10 Amp. Stromstärke ein Feld von ca. 3800 C.G.S.-Einheiten lieferte. Bezeichnet  $n$  die natürliche,  $m$  die magnetische Drehung für die Wellenlänge  $\lambda$ , so ergaben die Beobachtungen beim Quarz:

$\lambda$	$n$	$m$	$n/m$	$n/n_{556}$	$m/m_{556}$
656	17,313	2,933	5,903	1,000	1,000
589	21,720	3,668	5,921	1,254	1,254
578	22,632	3,817	5,929	1,307	1,301
546	25,532	4,295	5,945	1,475	1,464
492	31,967	5,340	5,986	1,846	1,821
436	41,548	6,792	6,117	2,400	2,316
405	48,930	7,838	6,243	2,826	2,672

Diese Zusammenstellung ergibt, daß das Wiedemannsche Gesetz, wonach die magnetische Drehung der bereits vorhandenen natürlichen Drehung proportional ist, mit großer Annäherung Geltung hat; denn der Quotient  $n \cdot m_{556}^2$  ist fast constant, und die Verhältnisse  $n/n_{556}$  und  $m/m_{556}$  für die natürliche und für die magnetische Drehung sind fast gleich.

Bei den vom Verf. untersuchten drehenden Flüssigkeiten stimmen diese Verhältnisse nicht ganz so genau wie beim Quarz. Verf. vermutet, daß dies durch Beimengungen verursacht werde, die entweder in Racematen oder in activen Molekülaggagaten beständen.

Ref.: J. Beckenkamp.

**48. E. v. Pickard (in Leipzig): Die molekulare Verminderung der Krystallisationsgeschwindigkeit durch Zusatz von Fremdstoffen** (Zeitschr. f. physik. Chemie 1903, 42, 17—47).

Die Krystallisationsgeschwindigkeit K.G., d. h. die Strecke in Millimetern, um welche die Krystallisation einer im metastabilen Gleichgewicht befindlichen Schmelze in einer Minute nach dem Animpfen mit der festen Form fortschreitet, hat für jeden einzelnen Stoff einen ganz bestimmten Wert, ist also gleich der Schmelze und der Siedetemperatur eine physikalische Constante der Substanz.

Verf. bediente sich bei seinen Untersuchungen möglichst dünnwandiger Glasröhren von 0,8 bis 1,0 mm äußerem Durchmesser, welche nach sorgfältiger Reinigung gut übereinstimmende Resultate lieferten. Eine Abhängigkeit der K.G. vom Durchmesser wurde darin nicht beobachtet.

Verf. fand: 1) daß die Verminderung der K.G. durch den Zusatz von Fremdstoffen eine colligative Eigenschaft ist, d. h. daß äquimolekulare Mengen der verschiedenen zugesetzten Fremdstoffe die K.G. der reinen Grundsubstanz um den gleichen Betrag verzögern. Vorausgesetzt ist dabei, daß die zugesetzten Fremdstoffe sich in der Grundsubstanz völlig auflösen;

2) daß die Verminderung der K.G. der reinen Grundsubstanz proportional ist der Quadratwurzel der Concentration  $C$  der Verunreinigung, also  $K.G. = k\sqrt{C_n}$ .

Für Benzophenon fand Verf.  $k = 17,4$ , d. h.: Bei einer Concentration von 1 Mol. Fremdstoff auf 100 Mol. verunreinigtes Benzophenon beträgt die Differenz  $G_r - G_n$  zwischen der K.G. des absolut reinen Benzophenons und der K.G. des verunreinigten, also die durch den Zusatz des Fremdstoffes bewirkte Verminderung im Mittel 17,4.  $G_r$  wurde für das reine Benzophenon zu 61,5 ermittelt.

Die Beobachtungen mit einer großen Reihe von Fremdstoffen, welche dem reinen Benzophenon zugesetzt wurden, ergaben Resultate, welche nur wenig von jenem Werte  $k$  abweichen.

Sind zwei oder mehrere Verunreinigungen vorhanden, so sprechen die Beobachtungen für die Formel:

$$V = G_r - G_n = k\sqrt{C_1 + C_2 + \dots}$$

Für größere Concentrationen als bis zu ungefähr 8 Mol. Fremdkörper auf 100 Mol. Grundsubstanz sind die Formeln für  $V$  nicht mehr gültig.

Die colligative Natur der K.G.-Verminderung gibt die Möglichkeit, sie zu Molekulargewichtsbestimmungen zu benutzen.

Sei  $m$  das unbekannte Molekulargewicht des zugesetzten Stoffes,

$M$  das Molekulargewicht der Grundsubstanz (Lösungsmittel),

$g$  das Gewicht des zugesetzten Stoffes,

$G$  das Gewicht der Grundsubstanz,

$V$  die Verzögerung  $G_r - G_n$  der K.G.,

$x$  die in der Grundsubstanz schon vorhandene Verunreinigung,

$k$  die für die betreffende Grundsubstanz charakteristische Verminderungs-  
constante,



so ist:

$$m = \frac{g(1-A)}{N\left(A + \frac{Ax}{100} - \frac{x}{100}\right)},$$

wobei:

$$A = \left(\frac{V}{10k}\right)^2, \quad N = \frac{G}{M}.$$

Ref.: J. Beckenkamp.

49. A. Smith und W. B. Holmes (in Chicago): Über den amorphen Schwefel Zeitschr. f. physik. Chemie 1903, 42, 469—480.

Aus älteren Beobachtungen scheint hervorzugehen, daß amorpher und flüssiger Schwefel chemisch verschieden sind, und daß zwischen den beiden Formen sich ein chemisches Gleichgewichtsverhältnis herstellt, so daß die Menge des amorphen Schwefels sich bei langsamem Abkühlen vermindert, bei Temperaturerhöhung vermehrt. Die Veränderlichkeit des Gefrierpunktes des flüssigen Schwefels scheint von den Mengen des im Moment des Gefrierens anwesenden amorphen Schwefels abhängig zu sein.

Mit Hilfe der van't Hoff'schen Formel  $\Delta_M = \frac{0,02 T^2}{q}$  ließe sich dann aus der bekannten Schmelzwärme  $q$  und dem Schmelzpunkte des Lösungsmittels auf der absoluten Skala  $T$  die molekulare Erniedrigung  $\Delta_M$  berechnen, und aus der angewandten Menge amorphen Schwefels, welche eine gewisse Temperaturerniedrigung hervorruft, wäre dann das Molekulargewicht des amorphen Schwefels zu finden. Für monoklinen Schwefel ist  $T = 119,25 + 273$ ,  $q = 9,368$ ; daraus folgt  $\Delta_M = 328$ . Der Mittelwert der Erniedrigung, welchen 32 g ein Atomgewicht gelöst in 100 g löslichen Schwefels bewirken, ist 42,5. Teilt man  $\Delta_M$  328 durch die atomige Erniedrigung 42,5, so erhält man 7,75. Dieser Wert muß dann die Zahl der im Moleküle enthaltenen Atome darstellen.

Ältere Messungen der Dampfdichte des Schwefels unter reduziertem Druck bei niedrigen, unter dem Siedepunkte liegenden Temperaturen gaben Resultate, nach denen das Molekül des Schwefeldampfes aus 8 Atomen bestehe. Durch Beobachtungen des Gefrier- bezüglich Siedepunktes von Lösungen folgt ebenfalls fast durchweg  $S_8$  für den gelösten Schwefel. Es scheint daher, daß Schwefeldampf bei niedrigen Temperaturen, löslicher Schwefel in vielen Lösungsmitteln gelöst, und amorpher Schwefel gelöst in flüssigem löslichem Schwefel sämtlich ein durch die Formel  $S_8$  ausdrückbares Molekulargewicht haben. Der amorphe Schwefel ist mit dem löslichen isomer, und es besteht zwischen jenem und dem flüssigen löslichen Schwefel, dessen Molekulargewicht unbekannt ist, ein chemisches Gleichgewicht.

Ref.: J. Beckenkamp.

50. W. Müller und P. Kaufmann (in ?): Über die Löslichkeit von Ammoniumnitrat in Wasser zwischen 12° und 40° Ebenda 42, 497—500.

Die Löslichkeitscurve von Ammoniumnitrat in Wasser hat entsprechend der Umwandlung dieses Körpers bei 32° einen Knick.

Ref.: J. Beckenkamp.

51. E. Baur in München: Über die Bildungsverhältnisse von Orthoklas und Albit (Ebenda 567—576).



Die Erstarrungscurve einer Schmelze aus zwei Bestandteilen ist im allgemeinen eine Zickzacklinie, deren obere gerundete Zacken chemischen Individuen, und deren untere Zacken eutektischen Gemengen entsprechen. Die Bildung von Quarz und Feldspat, sowie von Glimmer und Hornblende erfolgt nur aus wasserhaltiger Schmelze, in welcher das Wasser als dritter Bestandteil auf die Erstarrung temperaturerniedrigend wirkt.

Verf. versuchte durch Schmelzversuche das Gebiet zu umgrenzen, innerhalb dessen aus einer  $x\text{SiO}_2 + y\text{AlO}_2\text{K}$ -haltigen Schmelze sich Feldspat ausscheidet. Zu dem Zwecke wurde ein Stahlcylinder von 150 cem Inhalt mit 12 cem Wasser und mit wechselnder Menge von  $\text{SiO}_2$  und  $\text{KAlO}_2$  (oder  $\text{NaAlO}_2$ ) gefüllt und bis  $520^\circ$  erhitzt. Das allgemeine Ergebnis war: Orthoklas und Albit wurden bei  $520^\circ$  aus ihrer reinen Lösung nicht erhalten, sondern nur aus solchen, die einen Überschuß an Basen enthielten; dabei krystallisiert auch aus sehr alkali-reichen Lösungen immer noch Feldspat. Der Natronfeldspat wurde immer in der Form des Albits erhalten.

Krystallisiert das Magma durch isotherme Einengung, also durch Verdampfen des Lösungsmittels bei festgehaltener Temperatur, und ist die Zusammensetzung des Magmas derart, daß zuerst Quarz sich ausscheidet, so ändert sich hierbei das Magma derart, daß später Quarz und Feldspat sich ausscheiden. Diese Verhältnisse entsprechen sonach der Bildung der Porphyre.

Krystallisiert jedoch das Magma durch Abkühlung ohne Entweichung des Lösungsmittels, und hat es eine solche Zusammensetzung, daß zuerst Orthoklas ausgeschieden wird, dann wird später nur noch Quarz ausgeschieden. Dies rührt jedoch nicht etwa von einer Erschöpfung des Magmas an Alkalien und Thonerde her, sondern ist nur eine Folge der tieferen Temperatur. Dieser Vorgang entspricht der Entstehung des Granits. Es verbleibt in diesem Falle eine Mutter-lauge mit einem Gehalte an Alkalien, der den heißen Sprudelquellen und Geysirs das Material liefert.

Schreitet die Krystallisation durch eine Combination von Abkühlung und Einengung fort, so tritt gleichzeitig Ausscheidung von Quarz und Feldspat ein, d. h. die Bildung von panidiomorphen Gesteinen, wie sie die Aplite und Pegmatite darstellen.

Für jede wässrige Lösung gibt es ein Gebiet, in dem bei Abkühlung unter gleichzeitiger Krystallisation der Dampfdruck steigt; ist dieser so stark, daß er den Druck der überlagernden Gebirgsschichten überwindet, so tritt Eruption ein.

Ref.: J. Beckenkamp.

**52. R. Hollmann** (in Dorpat): **Über die Maxima und Minima der Spaltungscurven wasserhaltiger Mischkrystalle** (Zeitschr. f. physik. Chemie 1903, 42, 597—600).

Verf. gibt zu seiner früheren (vergl. diese Zeitschr. 39, 427) Abhandlung über die Spaltung wasserhaltiger Mischkrystalle folgende Berichtigungen: »In einem Maximum oder Minimum der Spaltungscurve muß das Mischungsverhältnis in der Lösung dasselbe sein, wie in den Krystallen, wenn diese unter sich gleich zusammengesetzt sind«. Ferner: »Die Mischkrystalle des höheren Hydrates sind im Vergleiche mit den Spaltungsproducten - wasserärmerem Hydrat + Lösung — stets reicher an der Componente, durch deren Zusatz die Spaltungstemperatur erhöht wird.

Ref.: J. Beckenkamp.

**53. A. Hantzsch** (in Würzburg): **Über das Verhalten von Natriumsulfat in wässriger Lösung** (Zeitschr. f. physik. Chemie 1903, **42**, 202—206).

Wyrouboff (vgl. diese Ztschr. **37**, 488) erhielt vier verschiedene Thenardite:

$\alpha$ -Thenardit, rhombisch, entsteht bei Temperaturen über  $33^{\circ}$  aus Glaubersalzlösung;

$\beta$ -Thenardit, monoklin, bei  $480^{\circ}$ ;

$\gamma$ -Thenardit beim Erstarren aus dem Schmelzflusse; sehr schwach doppeltbrechend;

$\delta$ -Thenardit, hexagonal, nur über  $500^{\circ}$  beständig.

Aus Lösung von  $\alpha$ -Thenardit ( $20\%$ ) soll bei  $25^{\circ}$  durch Alkohol Glaubersalz  $Na_2SO_4 + 10H_2O$  gefällt werden, erkennbar an seiner Form und seiner Verwitterung, während die aus  $\gamma$ -Thenardit hergestellte Lösung unter denselben Bedingungen stark doppeltbrechende Krystalle von  $\alpha$ -Thenardit liefere.

Nach Beobachtungen von L. Lendle dagegen soll in beiden Fällen das gleiche Salz mit dem Wassergehalte von ca.  $55\%$  ausgefällt werden. Die von Lendle gefällten Salze lösten sich unter gleich großer Wärmeabsorption in Wasser wieder auf.

Durch den Alkoholzusatz findet eine Erwärmung der Lösung statt, und wenn diese sich hierbei über die Umwandlungstemperatur von  $33^{\circ}$  erwärmt, dann scheidet sich neben Glaubersalz auch Thenardit in Form eines mikrokristallinen Pulvers ab.

Auch die Leitfähigkeit aller gleich concentrirter frisch bereiteter Lösungen von Natriumsulfat war gleich groß.

Endlich ließ auch die vom Referenten vorgenommene optische Untersuchung nur Glaubersalz erkennen, wenn die Umwandlungstemperatur nicht überschritten wurde.

Ref.: J. Beckenkamp.

**54. W. Borodowsky** (in Dorpat): **Über die Abhängigkeit der Krystallisationsgeschwindigkeit von der Temperatur bei Stoffen, die eine geringe Krystallisationsgeschwindigkeit haben** (Journal der russ. chem. Ges. **35**, 128—146. Zeitschr. f. physik. Chemie 1903, **43**, 75—88).

Trägt man bei Stoffen mit bedeutender K.G. ( $> 3$  mm/min.) auf der Abscissenaxe die Unterkühlungen, auf der Ordinatenaxe die K.G. in mm/min. ab, so erhält man nach Tammann eine typische Curve für die K.G. in Abhängigkeit von der Temperatur. In dieser Curve lassen sich drei Teile unterscheiden: Bei Unterkühlungen um  $15^{\circ}$ — $20^{\circ}$  steigt die Curve recht steil (die K.G. wächst proportional der Unterkühlung), bei größeren Unterkühlungen verläuft die Curve parallel der Temperaturaxe (die K.G. ist von der Temperatur unabhängig), im letzten Teile fällt die Curve stark zur Temperaturaxe ab (die K.G. nimmt mit fallender Temperatur ab).

Bei Stoffen mit geringerer K.G. (unter 3 mm/min.) wird der zweite Teil der typischen Curve auf einen Punkt verkürzt, und die K.G.-Curve solcher Stoffe besteht nur aus zwei Ästen mit deutlichem Maximum. Dieses Maximum der K.G. verschiebt sich bei Änderung des Lumens bei U-förmigen Röhren. Nach Beobachtungen des Verfs. liegt dasselbe, wenn es in Röhren von nahezu gleichem Lumen gemessen wird, in dem engen Temperaturintervall zwischen  $15^{\circ}$ — $20^{\circ}$  Unterkühlung.

Vor Erreichung des Maximums der K.G. verbleibt ein Teil der unterkühlten

Schmelze zwischen den Krystallen als solche. Nach Erreichung des Maximums krystallisiert die Schmelze vollständig oder fast vollständig.

Beimengungen verringern die K.G., und zwar ist der Einfluß in dem steigenden Aste der Curve größer als im fallenden. Wird die Weite der U-Röhre verringert, so wird der Einfluß der Krystallisationswärme auf die K.G. kleiner, so daß sich das Maximum zu höherer Temperatur verschiebt.

Würde einer Schmelze bei ihrer Krystallisation momentan die Krystallisationswärme isotherm entzogen, dann würde die K.G. vom Schmelzpunkte an mit zunehmender Temperatur abnehmen.

Ref.: J. Beckenkamp.

**55. Th. W. Richards und R. Cl. Wells** (in Cambridge): **Neubestimmung der Umwandlungstemperatur des Natriumsulfates, bezogen auf die internationale Skala** (Zeitschr. f. physik. Chemie 1903, 43, 463—474).

Die Umwandlungstemperatur des Natriumsulfates gilt als ein sehr sicher bestimmter Fixpunkt in der Thermometrie, welchen die Verff. für wenigstens ebenso zuverlässig halten, wie die beiden andern für die Bestimmungen der Temperatur benutzten Fixpunkte, den Gefrierpunkt und den Siedepunkt des Wassers. Die Verff. bestimmen die genaue Lage dieses Umwandlungspunktes zu  $32,383 \pm 0,001$ .

Ref.: J. Beckenkamp.

**56. Alph. Steyer** (in Amsterdam): **Mischkrystalle von Quecksilberjodid und Silberjodid** (Ebenda 595—628).

Bei Mischungen von 0 bis 5%  $AgJ$  mit  $HgJ_2$  erhält man aus der Schmelze eine kontinuierliche Reihe von Mischkrystallen des Typus  $\alpha$  des rhombischen  $HgJ_2$ . Von 20 bis 100%  $AgJ$  erhält man eine kontinuierliche Reihe des Typus  $\beta$  des regulären  $AgJ$ . Die zwischenliegenden Mischungen erstarren unterhalb  $242^\circ$  zu einem Conglomerat der  $\alpha_5$ - und  $\beta_{20}$ -Mischkrystalle.

Das reine  $HgJ_2$  ist unterhalb  $127^\circ$  tetragonal ( $\alpha'$ -Typus) (rot), über  $127^\circ$  rhombisch, gelb (vgl. diese Zeitschr. 36, 511) ( $\alpha$ -Typus). Das reine  $AgJ$  ist unterhalb  $147^\circ$  hexagonal ( $\beta'$ -Typus) (gelb), über  $147^\circ$  regulär ( $\beta$ -Typus). Durch Beimischung von  $AgJ$  wird die Umwandlungstemperatur des  $HgJ_2$  auf  $132^\circ$  erhöht. Bei dieser Temperatur wandeln sich alle Mischungen von 2 bis 35%  $AgJ$  um, und von  $132^\circ$  bis  $118^\circ$  ist ein Gebiet für  $\alpha' + \beta$ -Mischkrystalle.

Durch Beimischung von  $HgJ_2$  zu  $AgJ$  wird die Umwandlungstemperatur des  $AgJ$  bis zu  $139^\circ$  erniedrigt (bei 90%  $AgJ$ ). Bei dieser Umwandlung entstehen  $\beta'$ -Mischkrystalle mit äußerst wenig  $HgJ_2$ .

Bei  $158^\circ$  (66%  $AgJ$ ) findet eine Umwandlung der  $\beta$ -Mischkrystalle statt in die Verbindung  $D = HgJ_2 \cdot 2AgJ$ . Nimmt der Gehalt an  $AgJ$  zu bis 90%, so erniedrigt sich dieser Umwandlungspunkt bis zu  $135^\circ$ ; dabei verwandeln sich die  $\beta$ -Mischkrystalle von 90% in  $\beta'$ -Mischkrystalle und  $D$ .

Nimmt der Gehalt an  $HgJ_2$  zu bis 60%, so erniedrigt sich jener Umwandlungspunkt ebenfalls, und zwar bis  $118^\circ$ . Dabei findet eine Zerlegung der  $\beta$ -Mischkrystalle von 40% in  $\alpha'$  und in  $D$  statt.

Bei weiterer Temperaturerniedrigung bis zu  $50^\circ$ — $45^\circ$  erleidet das Doppelsalz eine Umwandlung, bei welcher es von rot in gelb übergeht.

Die Mischungen  $HgJ_2$  und  $AgJ$  sind unterhalb  $45^\circ$  von 0—66%  $AgJ$  rot, von 66—100%  $AgJ$  gelb.

Ref.: J. Beckenkamp.

**57. W. Stortenbecker** (im Haag): **Über Lücken in der Mischungsreihe bei isomorphen Substanzen** (Zeitschr. f. physik. Chemie 1903, 43, 629—633).

Isomorphe Substanzen sollen entweder Mischbarkeit in allen Verhältnissen zeigen, wie die Alaune, oder, in seltenen Fällen, nur zwischen bestimmten Grenzen, wie bei Berylliumsulfat und Berylliumseleniat. Diese beiden Körper sind jedoch nicht isomorph im gewöhnlichen Sinne, denn die erstere Verbindung krystallisiert mit  $4H_2O$  tetragonal, die zweite rhombisch. Die scheinbare Lücke in der Mischbarkeit besteht also bei diesen nur in der Mischungsreihe der stabilen Krystalle.

Auch  $(K, Tl)ClO_3$  und  $(K, Tl)NO_3$  gehören zu den im beschränkten Maße mischbaren Körpern, die man bisher als isomorph betrachtet hat.

Ein wesentliches Merkmal des Isomorphismus zweier Substanzen  $A$  und  $B$  besteht darin, daß die Substanz  $A$ , in eine übersättigte Lösung von  $B$  gebracht, die Übersättigung aufhebt und eine Krystallisation von  $B$  hervorruft. Salpeter löst sich bei  $42^\circ$  zu etwa 23 Teilen in 100 Teilen Wasser; eine Lösung von 28 Teilen kann aber längere Zeit übersättigt bleiben. Diese Übersättigung wird gewöhnlich durch einen  $TlNO_3$ -Krystall nicht aufgehoben. Verf. schließt daraus, daß  $KNO_3$  und  $TlNO_3$  in Wirklichkeit nicht isomorph, sondern isodimorph sind, und daß dasselbe auch für  $KClO_3$  und  $TlClO_3$  gelte.

Die Bildung einer nicht unterbrochenen Mischungsreihe würde hiernach eine der am einfachsten zu prüfenden Bedingungen des Isomorphismus sein.

Ref.: J. Beckenkamp.

**58. H. S. Shelton** (in London): **Über den Molekularzustand des Borax in Lösung** (Ebenda 494—498).

Verf. schließt aus Versuchen über die Leitfähigkeit, daß Borax  $Na_2B_4O_7 + 3 aq$  in wässriger Lösung von gewöhnlicher Concentration Borsäure  $H_3BO_3$  und ein Natriumborat, vermutlich  $NaBO_2$  bilde. Ref.: J. Beckenkamp.

**59. C. Marie und R. Marquis** (in Paris): **Über den Zustand des Natriumsulfates in Lösung** (Ebenda 1903, 45, 566—570).

Loewel hat bereits 1857 die Ansicht ausgesprochen: »In allen noch so concentrirten Lösungen, welche nicht mit einem Überschuß von Krystallen mit  $10H_2O$  oder  $7H_2O$  in Berührung sind, bleiben die gelösten Salz-moleküle im Zustande des anhydrischen Salzes auch bei Änderungen der Temperatur.« In neuerer Zeit sprach Bakhuis Roozeboom denselben Gedanken in anderer Form aus: »Die Constitution des gelösten Salzes weicht von der des anhydrischen Salzes wie von der aller andern Hydrate, die sich bei irgend einer Temperatur bilden können, ab, und die gesamte Menge Wasser ist vom Salz auf diese oder jene Weise beansprucht.« Bestimmter noch folgt diese Auffassung aus der Hypothese der elektrolytischen Dissociation. Im Gegensatz hierzu nimmt G. Wyrouboff (vgl. diese Zeitschr. 37, 188) an, daß beim Act der einfachen Auflösung die Moleküle ohne irgend eine Änderung in die Lösung eingehen. Hiernach müßte nun aber beim Erwärmen über  $32,38^\circ$  auch in der Lösung eine Umänderung vor sich gehen, indem dann aus den Molekülen mit  $10H_2O$  die Thenarditmoleküle hervorgehen müßten. Der Gehalt an freiem Wasser, also auch die Lösungsfähigkeit für ein anderes Salz, etwa  $NaCl$ , müßte also bei dieser Temperatur plötzlich zunehmen. Die Verff. fanden jedoch keine plötzliche,



sondern nur eine continuierliche Zunahme der Lösungsfähigkeit einer concen-  
trierten Natriumsulfatlösung für  $\text{NaCl}$ .

Ref.: J. Beckenkamp.

**60. A. Speranzki** (in Moskau): **Über die Dampfdrucke in festen Lösungen** (Zeitschr. f. physik. Chemie 1903, 46, 70—78).

Die von v. Hauer (vgl. diese Zeitschr. 37, 523) gemachte Beobachtung, daß die krystallwasserhaltigen isomorphen Mischungen leichter verwittern als die reinen Salze, gilt als Bestätigung des von van't Hoff ausgesprochenen Satzes, daß in einer isomorphen Mischung der Dampfdruck kleiner als der der Componenten sei. Neuerdings wurde auch von Hollmann (vgl. diese Zeitschr. 37, 523) dies bestätigt.

Verf. untersuchte in dieser Hinsicht eine Mischung von Naphtalin mit  $\beta$ -Naphtol. Ersteres hat bei  $80^\circ$  einen Dampfdruck von 7,4 mm Quecksilber. Der Dampfdruck des  $\beta$ -Naphtols dagegen ist so klein, daß er außer Betracht bleiben kann. Verf. fand, daß der Dampfdruck der festen Lösungen desto kleiner wird, je mehr  $\beta$ -Naphtol sie enthalten.

Ref.: J. Beckenkamp.

**61. W. Meyerhoffer** (in Berlin): **Über Reifcurven** (Ebenda 1903, 46, 377—398).

Auf der Abscisse trage man das Molekularverhältnis einer Mischung auf, so daß an beiden Enden derselben die reinen Substanzen  $A$  und  $B$  dargestellt sind. Die Ordinate gebe den Dampfdruck an, und es stelle  $p_a$  Druck und Zusammensetzung für die eine,  $p_b$  dasselbe für die andere Substanz dar. Zu einer Flüssigkeit, deren Zusammensetzung und Druck durch den Punkt  $l$  angegeben ist, gehört dann ein Dampf, der mit dieser den gleichen Druck, aber im allgemeinen nicht die gleiche Zusammensetzung hat. Der Zustand des zu  $l$  gehörigen Dampfes muß also durch einen Punkt angegeben werden, der auf einer durch  $l$  gehenden horizontalen Linie liegt.

Bestimmt man für jedes Mischungsverhältnis eines flüssigen (bezüglich festen) Körpers denjenigen Druck, bei dessen Unterschreitung Vergasung eintritt, so erhält man die Siedecurve (bezüglich die Sublimationscurve), und bestimmt man für jedes Mischungsverhältnis eines Gases den Druck, bei dessen Überschreitung sich Flüssigkeit (bezüglich feste Substanz) abscheidet, so erhält man die Taucurve (bezüglich die Reifcurve).

Taucurve und Reifcurve liegen stets unterhalb der Siedecurve und der Sublimationscurve mit Ausnahme der beiden Endpunkte  $p_a$  und  $p_b$ , in welchen sich beide berühren. Der Dampf von irgend einer aus  $A$  und  $B$  bestehenden Phase, wie: Doppelsalze, isomorphe Gemische, Schmelzen usw. muß nach Zusammensetzung und Druck durch irgend einen Punkt der Reifcurve dargestellt werden, so lange noch etwas festes  $A$  am Boden liegt. Bilden  $A$  und  $B$  mit einander lückenlose isomorphe Gemische, so können drei verschiedene Typen auftreten: entweder liegen die Dampfdrucke der isomorphen Gemische zwischen den Dampfdrucken  $a$  und  $b$  der reinen Componente, oder es existiert ein Maximum, oder ein Minimum. In den Maximis und Minimis können sich Sublimations- und Reifcurven berühren. Den möglichen Formen dieser Curven entsprechen verschiedene Typen der Isomorphie, mit welchen Verf. die von Reinders an  $\text{HgBr}_2$  und  $\text{HgJ}_2$ , sowie die von van Eyk an  $\text{KNO}_3$  und  $\text{TlNO}_3$  gemachten Beobachtungen vergleicht.



Handelt es sich nicht um zwei, sondern um drei Stoffe, z. B. um zwei Salze und Wasser, so tritt an Stelle der Reifcurve eine Reiffläche.

Ref.: J. Beckenkamp.

**62. M. Herschkowitsch** (in Jena): **Über die Umwandlung des Bergkrystalles in den amorphen Zustand** (Zeitschr. f. physik. Chemie 1903, 46, 408—414).

Die durch Erstarrung von geschmolzenem Quarz sich bildende amorphe Masse besitzt eine Reihe ausgezeichneter Eigenschaften: Sie besitzt einen außerordentlich niedrigen Ausdehnungscoefficienten, der zwischen  $0^{\circ}$  und  $1000^{\circ}$  nur  $56 \cdot 10^{-6}$  beträgt; sie zeigt keine thermische Nachwirkung; sie ist gegen Temperaturwechsel unempfindlich. Für die Optik kommt vor allem noch die Durchlässigkeit für ultraviolettes Licht in Betracht. Auf der Pariser Ausstellung (1900) hat die Firma C. Zeiß drei vollständig homogene Platten von ungefähr 40 mm Durchmesser und 10 mm Dicke ausgestellt und damit zum ersten Male gezeigt, daß die amorphe Masse für die Optik nutzbar zu machen sei.

Verf. erhält größere homogene Stücke dadurch, daß er ausgelesenes Material zunächst langsam auf  $500^{\circ}$  erwärmt und dann möglichst rasch in den inzwischen auf Weißglut erhitzten elektrischen Ofen bringt. Dadurch wird die bei der Umwandlungstemperatur ( $570^{\circ}$ ) eintretende Spannung auf die kleinstmögliche Zeitdauer beschränkt.

Unter Umständen wird aber die Masse vollständig undurchsichtig, porzellanartig und stellt dann ein Gemisch von Quarz und amorpher Masse dar. Auch die klare amorphe Masse kann im Platintiegel über einer Gebläseflamme erhitzt in die porzellanartige Masse übergeführt werden. Diese Überführung fängt an der äußeren Oberfläche an und schreitet langsam nach innen fort. Den porzellanartigen Zustand hält deshalb Verf. überhaupt für eine Rückbildung vom amorphen Zustande in den krystallinischen. Bei gewöhnlicher Temperatur verläuft diese Rückbildung praktisch unendlich langsam.

Elasticität und Härte der amorphen Masse sind geringer als der geringste Wert für den natürlichen Bergkrystall. Die Härte des Bergkrystalles beträgt || zur Axe 308,  $\perp$  zur Axe 230, die der amorphen Masse 223 kg/mm.

Die Brechungsexponenten für die D-Linie sind  $\omega = 1,5436$ ,  $\epsilon = 1,5534$  für den Bergkrystall, 1,45848 für die amorphe Masse.

Die Durchlässigkeit der amorphen Masse für die brechbarsten ultravioletten Strahlen ist geringer als die des Bergkrystalles. Strahlen bis  $\lambda = 220 \mu\mu$  läßt die amorphe Masse verhältnismäßig in hohem Grade durch, dagegen Strahlen von  $\lambda = 193 \mu\mu$  abwärts werden vollständig absorbiert.

Ref.: J. Beckenkamp.

**63. G. Tammann** (in Göttingen). **Die Abhängigkeit des Schmelzpunktes beim Glaubersalz vom Druck** (Ebenda 818—826).

Das Glaubersalz schmilzt bei kleinen Drucken unter Dilatation, bei Drucken über 750 kg pro 1 qcm unter Contraction. Es ist dies der einzige bis jetzt bekannte Fall, bei welchem die Volumänderung beim Schmelzen bei relativ geringem, leicht erreichbarem Druck durch den Nullpunkt hindurchgeht.  $A_p$ , die Volumänderung beim Schmelzpunkt, ausgedrückt in ccm pro 1 g des Stoffes, ist also unterhalb des Druckes von 750 kg positiv; bei 750 kg wird  $A_p = 0$ , über 750 kg negativ.

Ist  $\frac{dT}{dp}$  der Einfluß des Druckes auf die Temperatur des Gleichgewichtes zwischen Krystall und Schmelze,  $T$  die Temperatur der Schmelzung und  $R_p$  die Schmelzwärme bei constantem Druck, so ist:

$$\frac{dT}{dp} = \frac{A_v T}{R_p}. \quad \text{Daraus folgt:}$$

Ist  $A_v > 0$ , so ist auch  $\frac{dT}{dp} > 0$ , d. h. der Schmelzpunkt steigt mit steigendem Druck.

Ist  $A_v = 0$ , so ist  $\frac{dT}{dp} = 0$ , d. h. der Schmelzpunkt ändert sich nicht mit steigendem Druck.

Ist  $A < 0$ , so ist  $\frac{dT}{dp} < 0$ , d. h. der Schmelzpunkt sinkt mit steigendem Druck.

Verf. findet diese Beziehung durch Beobachtungen am Glaubersalz bestätigt.

Es gibt Gründe, welche für alle Stoffe die Existenz eines solchen Umkehrpunktes verlangen, wenn er auch bei den meisten bei solchen Drucken liegt, daß er nur schwer zu erreichen ist. Die Folge des Vorhandenseins eines solchen Punktes ist aber, daß bei hohen Drucken der feste Zustand nicht stabil sein kann.

Ref.: J. Beckenkamp.

**64. C. Lippitsch (in Leoben): Das hexagonale Skalenoëder und seine ihm ein- und umschriebenen Rhomboëder vom volumetrischen Standpunkte** (Zeitschr. f. d. österr. Gymn. 1903, 588—609).

Von einer hexagonalen Grundpyramide erster Art mit dem Axenverhältnis  $c_1 : a$  leitet sich in bekannter Weise durch Hemiëdrie das Grundrhomboëder  $R_1$  ab, und durch Multiplication der Hauptaxe mit dem Factor  $n_1$  das Skalenoëder  $R_1 n_1$ .

Verf. berechnet den Flächeninhalt  $f$  einer Raute von  $R_1$ ; es ist:

$$f = \frac{2a\sqrt{4c_1^2 + 3a^2}}{3};$$

demnach ist die Oberfläche des ganzen Rhomboëders:

$$O_{R_1} = 4a\sqrt{4c_1^2 + 3a^2}, \quad \text{und das Volumen}$$

$$V_{R_1} = \frac{4a^2 c_1 \sqrt{3}}{3}.$$

Das Volumen des Skalenoëders  $R_1 n_1$  ist das  $n_1$  fache des eingeschriebenen Rhomboëders, d. h.

$$V_{R_1 n_1} = n_1 V_{R_1};$$

die Oberfläche des Skalenoëders  $R_1 n_1$  ist:

$$O_{R_1 n_1} = 4a\sqrt{c_1^2(3n_1^2 + 1) + 3a^2}.$$

Die Oberfläche des zum Skalenoëder  $R_1 n_1$  gehörigen Rhomboëders  $R_2$  der kürzeren Polkante ist:

$$O_{R_2} = \frac{16 a n_1^2 \sqrt{c_1^2 (3 n_1^2 - 1)^2 + 3 a^2}}{3 (n_1 - 1)^2},$$

dessen Volumen  $V_{R_2} = \frac{16 a^2 n_1^3 c_1 \sqrt{3}}{3 (3 n_1 - 1)^2}.$

Die Oberfläche des zum Skalenöder  $R_1 n_1$  gehörigen Rhomboëders  $R_3$  der längeren Polkante ist:

$$O_{R_3} = \frac{16 a n_1^2 \sqrt{c_1^2 (3 n_1 + 1)^2 + 3 a^2}}{(3 n_1 + 1)^2},$$

dessen Volumen  $V_{R_3} = \frac{16 a^2 n_1^3 c_1 \sqrt{3}}{3 (3 n_1 + 1)^2}.$

Werden die Längen der Hauptaxen der drei Rhomboëder  $R_1, R_2, R_3$  mit  $\mu_1, \mu_2, \mu_3$  bezeichnet, so ist  $\mu_3 = \mu_2 + \mu_1$ .

Die Oberfläche des die kürzeren Polkanten von  $R_1 n_1$  gerade abstumpfenden Rhomboëders  $R_4$  ist:

$$O_{R_4} = \frac{32 a n_1^2 \sqrt{c_1^2 (3 n_1 - 1)^2 + 12 a^2}}{(3 n_1 - 1)^2},$$

dessen Volumen  $V_{R_4} = \frac{64 a^2 n_1^3 c_1 \sqrt{3}}{3 (3 n_1 - 1)^2}.$

Für das die längeren Polkanten von  $R_1 n_1$  gerade abstumpfende Rhomboëder  $R_5$  gilt entsprechend:

$$O_{R_5} = \frac{32 a n_1^2 \sqrt{c_1^2 (3 n_1 + 1)^2 + 12 a^2}}{(3 n_1 + 1)^2},$$

$$V_{R_5} = \frac{64 a^2 n_1^3 c_1 \sqrt{3}}{3 (3 n_1 + 1)^2}.$$

Die Längen der Halbaxen der fünf Rhomboëder sind:

$$a, \quad \frac{2 a n_1}{3 n_1 - 1}, \quad \frac{2 a n_1}{3 n_1 + 1}, \quad \frac{4 a n_1}{3 n_1 - 1}, \quad \frac{4 a n_1}{3 n_1 + 1}.$$

Ref.: J. Beckenkamp.

**65. F. Giesel** (in ?): **Über den Emanationskörper aus Pechblende und über Radium** (Ber. d. d. chem. Ges. 1903, 36, 342—347).

Verf. stellt aus der Pechblende einen zur Gruppe der seltenen Erden gehörigen Emanationskörper dar, welcher die Wirkungsweise des Thoriums in bedeutend erhöhtem Maße zeigt, und dessen Activität constant ist.

Ref.: J. Beckenkamp.

**66. Th. Rotarski** (in St. Petersburg): **Über die sogenannten flüssigen Krystalle**. (Ebenda 3458—3463).

Vorliegende Untersuchung wurde in der Absicht unternommen, noch weitere Beweise für die Inhomogenität des p-Azoxyanisols beizubringen. Sie führte zu dem Resultate, daß das p-Azoxyanisol, welches aus p-Nitroanisol durch Reduction

in methylalkoholischer Lösung durch Natriummethylat erhalten wird, sich in zwei Stoffe zerlegen läßt, nämlich p-Azoanisol und p-Azoxyanisol. Diese Zerlegung gelang allerdings nur bei nach obiger Methode dargestellten Präparaten, nicht aber bei den Präparaten des p-Azoxyanisols, welche nach dem Verfahren von R. Schenk, Hullet oder Gattermann und Ritschke erhalten werden können. Die beiden isolierten Körper schmelzen zu klaren Flüssigkeiten. Auch beim p-Azophenetol, »dessen trübe Schmelze Amerio für einen flüssigen Krystall erklärt, kann man zeigen, daß der reine Stoff, ohne sich zu trüben, schmilzt«.

Ref.: J. Beckenkamp.

**67. R. Schenck und E. Eichwald (in Marburg): Über die flüssigen Krystalle** (Ber. d. d. chem. Ges. 1903, 36, 3873—3877).

Die Verf. zeigen, daß auch absolut reines Azoxyanisol die trübe Schmelze liefert, daß somit von einer Emulsionsbildung keine Rede sein könne.

Wird Azoxyanisol längere Zeit auf 430° erhitzt, so zersetzt es sich und man erhält dann die von Tammann beobachteten Ausscheidungen. Versuche der Verf. an den Rotarskischen Präparaten ergaben, daß diese nicht rein waren.

Ref.: J. Beckenkamp.

**68. J. H. L. Vogt (in Kristiania): Die Theorie der Silicatschmelzlösungen** (Zeitschr. f. Elektrochemie 1903, 852—855).

**Derselbe: Die Silicatschmelzlösungen mit besonderer Rücksicht auf die Mineralbildung und die Schmelzpunkterniedrigung. I. Über die Mineralbildung in Silicatschmelzlösungen** (Kristiania bei J. Dybwad 1903, 161 S.).

Verf. versucht die physikalisch-chemische Lösungstheorie auf die Silicatschmelzlösungen und damit auf die Eruptivmagmen anzuwenden. Es werden die Bedingungen festgestellt für die Bildung der Mineralien in den Ca-, Mg-, Fe-, Mn-, wie auch in den Ca-Al<sub>2</sub>-Silicatschmelzen. Aus Ca- und (Mg, Fe)-haltigen Eruptivmagmen entsteht in der Natur und auch künstlich durch langsame Abkühlung ein Ca-freier Spinell, durch rasche Abkühlung ein Ca-haltiger Spinell. Ebenso entsteht durch langsame Abkühlung der entsprechenden Schmelze ein Ca-freier Olivin, bei rascher Abkühlung derselben Schmelze ein Ca-haltiger.

»Die Individualisationsgrenze« und die maximale Schmelzpunktserniedrigung in Silicatschmelzlösungen fallen zusammen; es handelt sich hierbei um Erniedrigungen von 200° bis 250°. Die Individualisationsgrenze zweier Mineralien ist daher mit dem eutektischen Gemenge derselben identisch.

Für zwei Mineralien mit ungefähr gleich hoher Schmelztemperatur liegt der eutektische Punkt ungefähr in der Mitte zwischen beiden Mineralien, und für zwei Mineralien mit weit von einander liegenden Schmelztemperaturen liegt der eutektische Punkt am nächsten dem Mineral mit dem niedrigsten Schmelzpunkte.

Das quantitative Verhältnis zwischen Feldspat und Quarz ist ein constantes; 74,25 Gewichtsteile Feldspat und 25,75 Gewichtsprocent Quarz. Es entspricht dieses Verhältnis der eutektischen Mischung von Feldspat und Quarz. Nach genügend vorgeschrittener Krystallisation muß stets eine eutektische Mischung resultieren; und bei genügend langsamer Abkühlung scheiden sich dann die betreffenden Mineralien gleichzeitig aus. Ist in dem Magma mehr Quarz gelöst, so muß dieser zuerst auskrystallisieren, bei mehr Feldspat dieser.

Die aus Quarz und Feldspat bestehende granophyrische und mikropegmatitische Grundmasse vieler saurer Eruptivgesteine steht chemisch dem makro-

skopischen Schriftgranit nahe; sie ist ebenfalls eine eutektische Mischung. Geschah die Abkühlung sehr rasch, so erstarrt die Mischung als Glas.

Ist  $T$  die absolute Temperatur,  $L$  die latente Schmelzwärme pro Gramm Substanz des Lösungsmittels  $A$ ,  $\Delta T$  die von der Grammolekel, mit Berücksichtigung des Dissociationsgrades, der gelösten Substanz  $B$  in 100 g Substanz  $A$  hervorgerufene Schmelzpunktniedrigung, so gilt nach van't Hoff wenigstens für verdünnte Lösungen die Beziehung:  $\Delta T = 0,0498 \frac{T^2}{L}$ .

Verf. findet, daß diese Beziehung auch für die Schmelzmischungen von Olivin ( $Mg_2SiO_4$ ), Diopsid ( $CaMgSi_2O_6$ ), Anorthit ( $CaAl_2Si_2O_3$ ) und Melilith  $\{(Ca, R)_4Si_3O_{10} - (Ca, R)_3Al_2Si_2O_{10}\}$  gilt, wenn für diese Mineralien die genannten kleinstmöglichen Molekularformeln angenommen werden.

Ref.: J. Beckenkamp.

**69. J. H. L. Vogt** (in Kristiania): **Die regional-metamorphosierten Eisenerzlager im nördlichen Norwegen** (Zeitschr. f. prakt. Geologie 1903, 24—28, 59—65).

Die regional-metamorphosierten Schiefer und Kalksteine der nordnorwegischen Bergkette gehören hauptsächlich dem Cambrium und Silur an. In den mittleren und oberen Horizonten der ältesten Abteilung derselben, der Glimmerschiefer-Marmorgruppe, finden sich zahlreiche Eisenerzlager, welche durch Glimmerschiefer von 4 m bis 10 m Mächtigkeit von Kalksteinen und Dolomiten derselben Abteilung getrennt sind. Die Mächtigkeit der Eisenerzlager ist gewöhnlich 3—10 m, zuweilen aber auch bis 100 m. Sie führen neben Eisenglanz und Magnetit Quarz in sehr reichlicher Menge. Der Eisenglanz tritt häufig als blatt- oder schuppenförmiger Eisenglimmer auf. Die Erzlager im südlichen und centralen Teile von Nordlandsamt sind sehr arm an Mangan, im nördlichen Teile haben sie einen mittleren Mangangehalt von 3 bis 5 %, der wohl auf Magnetit von der Zusammensetzung  $(Fe, Mn)(Fe, Mn)_2O_4$  zurückzuführen ist. In feinen Quarzstreifen sitzen kleine Apatitkryställchen.

Wegen der Niveaubeständigkeit und der chemischen Analogie mit Seecerzen muß das Eisenerz im nördlichen Norwegen als ein chemisches Sediment aufgefaßt werden. Die in der Umgebung von Granitfeldern auftretenden Erzlager werden hier häufig von Granitgängen durchsetzt; das Erz ist somit älter als die Granitapophysen. Die charakteristische Combination von Eisen und Mangan mit Kieselsäure, etwas Phosphorsäure, samt der engen Verknüpfung mit Carbonatlagernden deuten auf Absatz aus wässriger Lösung. Ref.: J. Beckenkamp.

**70. P. Ites** (in Göttingen): **Über die Abhängigkeit der Absorption des Lichtes von der Farbe in krystallisierten Körpern** (Inaug.-Diss. der Univ. Göttingen 1903, 82 S.).

Ist  $J_0$  die Intensität des eintretenden,  $J_1$  die des aus einer Platte von der Dicke  $L$  austretenden Lichtes, so ist  $d = \frac{J_1}{J_0} = e^{-pL}$  die »Durchlässigkeit«. Setzt man  $p = 4\pi \cdot \frac{x}{\lambda'}$ , worin  $\lambda'$  die Wellenlänge im absorbierenden Medium darstellt, so heißt  $x$  der »Absorptionsindex«. Ist  $\lambda$  die Wellenlänge in Luft, also  $\frac{\lambda}{\lambda'} = n$ , so ist  $p = 4\pi \cdot \frac{nx}{\lambda}$ , wobei  $nx$  als »Absorptionscoefficient« bezeichnet wird. Den Ausdruck  $A = \frac{4\pi nx}{\lambda}$  hat Ehlers als »Absorptionsmodul«



und den Ausdruck  $\alpha = \frac{n\pi}{\lambda}$  Königsberger (vgl. diese Zeitschr. 36, 620) als »Extinctionscoefficient« bezeichnet.

Aus den zu beobachtenden Größen  $d$ ,  $n$  und der Plattendicke  $D$  berechnet sich  $\alpha$  nach der Gleichung  $\alpha = \frac{1}{D \cdot 2\pi \cdot \log e} \cdot \log \frac{4n}{(n+1)^2 \sqrt{d}}$ .

Bei optisch einaxigen Krystallen können aus zwei, bei rhombischen Krystallen aus drei Hauptwerten die Absorptionsindices für beliebige Fortpflanzungsrichtungen berechnet werden. Bei monoklinen müssen zu diesem Zwecke vier Absorptionsindices ermittelt werden (vgl. diese Zeitschr. 31, 602). Als Photometer diene ein nach dem Vorschlage von Königsberger (vgl. diese Zeitschr. 36, 620) mit den Attributen des Wildschen Photometers (mit Savartscher Platte) ausgestattetes Fueßsches Polarisationsmikroskop (Modell I), als Lichtquelle ein im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse zum Glühen gebrachter Magnesiastift, als Monochromator das Wülfingsche Spectroskop. Das Mikrophotometer gestattet noch Blättchen von  $\frac{1}{3}$  qmm zu messen. Die Dickenmessung geschah mit Hilfe eines Abbeschen Contactmikrometers (Zeitschr. f. Instrumentenk. 1892, 309).

Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht der gefundenen Resultate.

#### Extinctionscoefficienten.

		C	D	E	F
Opal		0,0100	0,0130	0,0374	0,0533
Granat I.		0,0263	0,0633	0,112	0,112
Granat II.		0,0248	0,0687	0,102	0,0949
Spinell		0,0338	0,0623	0,108	0,0887
Zinkblende	gelbe	0,0339	0,0466	0,0674	0,0805
	braune	0,117	0,229	0,474	—
Flußspat		0,0246	0,0374	0,0212	0,0235
Turmalin, Ceylon	$\alpha_0$	0,317	0,342	0,889	—
	$\alpha_e$	0,0306	0,0312	0,0717	0,147
	$\alpha_o$	0,355	0,176	0,159	0,145
Turmalin, Minas Geraes	blau $\alpha_e$	0,0912	0,0334	0,0336	0,0334
	grün $\alpha_o$	0,124	0,0737	0,0792	0,0978
Rauchquarz	$\alpha_e$	0,0578	0,0159	0,0175	0,0160
	$\alpha_0$	0,0217	0,0249	0,0286	0,0317
Prousttit, Chañarcillo	$\alpha_e$	0,0238	0,0254	0,0322	0,0380
	$\alpha_0$	0,0491	0,382	—	—
Wulfenit	$\alpha_e$	0,00903	0,138	—	—
	$\alpha_0$	0,0486	0,0625	0,455	—
Rutil, Alexander Co.	$\alpha_e$	0,146	0,303	0,854	1,77
	$\alpha_0$	0,0129	0,211	1,35	2,02
Dioptras	$\alpha_e$	—	0,578	0,0423	0,0673
	$\alpha_0$	—	0,515	0,0422	0,0490
Pennin, Zermatt	$\alpha_e$	0,256	0,207	0,156	0,106
	$\alpha_0$	0,0541	0,0802	0,194	0,178
Kupferuranit	$\alpha_0$	0,794	0,495	0,269	0,651
Diopsid,	$\alpha_1$	0,378	0,277	0,257	0,306
Nordmarken (Typus I)	$\alpha_2$	0,388	0,281	0,252	0,310
	$\alpha_3$	0,431	0,324	0,321	0,414

## Brechungsindices und Doppelbrechung.

Dispersion  $C-F$ ,  $C-E$ ,  $C-D$ .

	Brechungsindex $D$	Doppelbrechung $D$	$C-F$	$C-E$	$C-D$
Opal	1,4401	—	0,0067	0,0046	0,0020
Granat I.	1,7790	—	0,0142	0,0096	0,0042
Granat II.	1,7989	—	0,0150	0,0098	0,0041
Spinell	1,7165	—	0,0120	0,0079	0,0035
Flußspat	1,4335	—	0,0050	0,0031	0,0011
Turmalin,	$\omega$ 1,6460		—	0,0076	0,0032
Ceylon.	$\varepsilon$ 1,6237	$\omega - \varepsilon = 0,0223$	0,0095	0,0064	0,0027
	$\omega$ 1,6426		0,0090	0,0059	0,0020
Turmalin,	$\varepsilon$ 1,6221	$\omega - \varepsilon = 0,0205$	0,0087	0,0058	0,0020
Minas Geraës	$\omega$ 1,6415		0,0092	0,0064	0,0024
grün	$\varepsilon$ 1,6219	$\omega - \varepsilon = 0,0196$	0,0084	0,0055	0,0020
Proustit,	$\omega$ 3,0903		—	—	0,0986
Chañarcillo	$\varepsilon$ 2,7939	$\omega - \varepsilon = 0,2964$	—	—	0,0741
Wulfenit,	$\omega$ 2,4053		—	0,0818	0,0329
Red Cloude Mine	$\varepsilon$ 2,283	$\omega - \varepsilon = 0,1223$	—	0,0490	0,0170
Rutil,	$\omega$ 2,6030		—	0,1040	0,0406
Alexander Co.	$\varepsilon$ 2,8894	$\omega - \varepsilon = 0,2864$	—	0,1292	0,0517
	$\omega$ 1,6580		0,0117	0,0049	—
Dioplas, Altyn Tube		$\varepsilon - \omega = 0,0517$	$D-F$	$D-E$	—
	$\varepsilon$ 1,7097		0,0146	0,0063	—
			$D-F$	$D-E$	—
Pennin, Zermatt	$\omega \varepsilon$ 1,5757	$\omega - \varepsilon = 0,000$	0,0102	0,0066	0,0024
Kupferuranit	$\omega$ 1,592		—	—	—
	$\varepsilon$ 1,582	$\omega - \varepsilon = 0,010$	—	—	—
	$\alpha_1$ 1,6978	$\alpha_2 - \alpha_1 = 0,0082$	0,0130	0,0086	0,0038
Diopsid	$\alpha_2$ 1,7060	$\alpha_3 - \alpha_2 = 0,0205$	0,0123	0,0080	0,0033
	$\alpha_3$ 1,7265	$\alpha_3 - \alpha_1 = 0,0287$	0,0135	0,0091	0,0040
Biotit	$\alpha_1$ 1,572	—	0,013	0,009	0,004

Die Beobachtungen widersprechen nicht der von Königsberger vorgeschlagenen Form des Babinet'schen Satzes: »Für die selective Eigenabsorption eines Krystalles gilt die Regel, daß die stärker gebrochene Welle auch stärker absorbiert wird.«

Beim Diopsid stehen in der Symmetrieebene (010) die Richtungen des Maximums und des Minimums der Absorption merklich senkrecht zu einander.

Absorptionsbanden besitzen Pennin, Granat, Spinell, Kupferuranit; größere Absorptionsgebiete an einem Ende des Spectrums zeigen Proustit, Wulfenit und Dioplas.

Ref.: J. Beckenkamp.

71. S. Nakamura (in Göttingen): Über das Gesetz der Lichtgeschwindigkeit in Turmalin (Nachr. v. d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1903, 343—352).

An durchsichtigem Turmalin fand Viola (diese Zeitschr. 32, 557 und 37, 120) den Brechungsexponenten des ordentlichen Strahles (für Na-Licht) verschieden, je nachdem der Strahl parallel oder senkrecht zur Hauptaxe den Krystall durchsetzte. Verf. bestimmte an einer zur Hauptaxe genau parallelen Platte eines

nahezu farblosen Turmalins aus Brasilien mit einem Abbeschen Totalreflectometer die Brechung und fand für den ordentlichen Strahl zwar ebenfalls eine Veränderlichkeit des Grenzwinkels  $\theta$  der totalen Reflexion, jedoch besitzt diese Änderung nur ein Maximum und ein Minimum. Würde sich der Turmalin wie ein zweiaxiger Krystall verhalten, so müßte  $\theta$  zwei Maxima und zwei Minima zeigen. Verf. erklärt die Veränderung von  $\theta$  mit dem Azimut durch die Annahme, daß die Unterfläche der Turmalinscheibe mit der Ebene der Glashalbkugel nicht genau parallel läuft, so daß die zwischen beiden befindliche Flüssigkeit »wie ein Kissen« wirkt. Aus den Beobachtungen des ordentlichen Strahles ergäbe sich für den brechenden Winkel dieses Flüssigkeitsprismas  $\varepsilon = 1' 58''$ . Werden hiernach die Brechungsexponenten corrigiert, dann wird der Brechungsexponent des ordentlichen Strahles für Turmalin in allen Richtungen constant, nämlich  $n_o = 1,636675 \pm 0,0000048$ . Unter Annahme derselben Correction für den außerordentlichen Strahl findet Verf. dessen Grenzwerte zu  $n_o = 1,63667$  und  $1,61934$ .  $n_o$  stimmt also in beiden Beobachtungsreihen überein, und eine Abweichung vom Huygensschen Gesetze konnte Verf. nicht nachweisen.

Ref.: J. Beckenkamp.

**72. W. Voigt (in Göttingen): Zur Theorie des Lichtes für active Krystalle** (Nachr. d. königl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1903, 455—485).

»Obwohl die optischen Eigenschaften der natürlichen activen Krystalle auf experimentellem und theoretischem Wege überaus oft untersucht worden sind, können die bisher erzielten Resultate als völlig befriedigend kaum gelten«<sup>1)</sup>.

Gegen Drudes Versuch, von den modernen Grundlagen der elektromagnetischen Lichttheorie aus die Gleichungen für die natürlich activen Körper zu gewinnen, macht Verf. zwei Einwendungen: 1) das Drudesche Erklärungssystem enthält eine durch die Symmetrieverhältnisse nicht verlangte Reduction der Erscheinungen der Activität auf nur eine charakteristische Constante; 2) es steht im Widerspruche mit der Forderung, daß für einen beliebigen Raum die einströmende Energie entweder unvermindert wieder ausströmt, oder aber durch die Absorption vernichtet wird.

Bedeutungen:

$R$  (oder dessen Componenten  $A, B, C$ ) die magnetische Feldstärke,

$K$  (bezüglich  $X, Y, Z$ ) die elektrische Feldstärke,

$e_h$  die elektrische Ladung,

$\mathfrak{K}_h$  (bezüglich  $\mathfrak{X}_h, \mathfrak{Y}_h, \mathfrak{Z}_h$ ) die elektrischen Polarisationen der einzelnen Molekelgattungen,

$\mathfrak{R}$  (—  $\mathfrak{X}, \mathfrak{Y}, \mathfrak{Z}$ ) die elektrische Gesamtpolarisation,

$v$  die Lichtgeschwindigkeit im leeren Raume,

$a_h, b_h, c_h, a'_h, b'_h, c'_h$  der Substanz eigentümliche Parameter,

so lauten die Gleichungen der elektromagnetischen Lichttheorie für ein gewöhnliches krystallinisches Medium mit einer ausgezeichneten  $Z$ -Axe in der gegenwärtig adoptierten Form:

$$1) \quad \frac{\partial \mathfrak{X}}{\partial t} = v \left( \frac{\partial C}{\partial y} - \frac{\partial B}{\partial x} \right),$$

1) Vergl. diese Zeitschr. 1898, 30, 335; 34, 573; 36, 486 und 513; 39, 425.

$$(2) \quad \frac{\partial A}{\partial t} = v \left( \frac{\partial Y}{\partial x} - \frac{\partial Z}{\partial y} \right),$$

$$(3) \quad \mathfrak{X} = X + \sum \mathfrak{X}_h,$$

$$h = 1, 2, \dots n.$$

$$(4) \quad \begin{cases} \mathfrak{X}_h + a_h \frac{\partial \mathfrak{X}_h}{\partial t} + b_h \frac{\partial^2 \mathfrak{X}_h}{\partial t^2} = e_h \mathfrak{X}, \\ \mathfrak{Y}_h + a_h \frac{\partial \mathfrak{Y}_h}{\partial t} + b_h \frac{\partial^2 \mathfrak{Y}_h}{\partial t^2} = e_h \mathfrak{Y}, \\ \mathfrak{Z}_h + a_h' \frac{\partial \mathfrak{Z}_h}{\partial t} + b_h' \frac{\partial^2 \mathfrak{Z}_h}{\partial t^2} = e_h' \mathfrak{Z}. \end{cases}$$

Diese Gleichungen bedürfen einer Erweiterung, wenn sie die Eigenschaften enantiomorpher Körper darstellen sollen. Es kommen hierbei die magnetischen Feldcomponenten und die Wirbelstärken des elektrischen Feldes in Betracht. Diese führen zur Hinzufügung von Gliedern

$$d_h \frac{\partial A}{\partial t}, \quad d_h \frac{\partial B}{\partial t}, \quad d_h' \frac{\partial C}{\partial t}$$

in die Gleichungen (4), wobei  $d_h$  und  $d_h'$  Constanten sind.

Diese Einfügung allein führt jedoch zu dem schon angeführten Widerspruche mit der Energie. Um diesen Widerspruch zu beseitigen, bedürfen die Gleichungen noch einer Ergänzung. Verf. ersetzt deshalb das System 2) durch folgendes:

$$\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial t} = v \left( \frac{\partial Y}{\partial x} - \frac{\partial Z}{\partial y} \right),$$

worin  $\mathfrak{A}$ ,  $\mathfrak{B}$ ,  $\mathfrak{C}$ , die Componenten einer magnetischen Polarisation  $\mathfrak{R}$ , gegeben sind durch:

$$\mathfrak{A} = A + \sum_h \frac{d_h}{e_h} \frac{\partial \mathfrak{X}_h}{\partial t}, \quad \mathfrak{B} = B + \sum_h \frac{d_h}{e_h} \frac{\partial \mathfrak{Y}}{\partial t},$$

$$\mathfrak{C} = C + \sum_h \frac{d_h'}{e_h'} \frac{\partial \mathfrak{Z}_h}{\partial t}.$$

Des Versuches einer physikalischen Deutung der Ergänzungsglieder enthält sich der Verf.; nach seiner Ansicht hat »eine physikalische Deutung höchstens als Veranschaulichung der Formeln einen Wert«.

Die optischen Grundgleichungen für natürlich-active Krystalle mit einer ausgezeichneten Axe erhalten hiernach folgende Form:

$$\frac{\partial X}{\partial t} = v \left( \frac{\partial C}{\partial y} - \frac{\partial B}{\partial x} \right),$$

$$\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial t} = \frac{\partial A}{\partial t} + \sum \frac{d_h}{e_h} \frac{\partial^2 \mathfrak{X}_h}{\partial t^2} = v \left( \frac{\partial Y}{\partial x} - \frac{\partial Z}{\partial y} \right),$$

$$\mathfrak{X} = X + \sum \mathfrak{X}_h,$$

$$\mathfrak{X}_h = a_h \frac{\partial \mathfrak{X}_h}{\partial t} + b_h \frac{\partial^2 \mathfrak{X}_h}{\partial t^2} + d_h \frac{\partial A}{\partial t} = e_h X.$$

Für Schwingungen mit der Periode  $\tau = 2\pi\mathfrak{J}$ , deren Wellennormale die Richtungscosinus  $\alpha$ ,  $0$ ,  $\gamma$  besitzt, folgen die Gleichungen:

$$\begin{aligned} X(A - \nu^2 \gamma^2) + Y i \nu \gamma (\delta + \bar{\delta}) + Z \nu^2 \alpha \gamma &= 0, \\ -X i \nu \gamma (\delta + \bar{\delta}) + Y(A - \nu^2) + Z i \nu \alpha (\delta + \bar{\delta}') &= 0, \\ X \nu^2 \alpha \gamma - Y i \nu \alpha (\bar{\delta} + \delta') + Z(A' - \nu^2 \alpha^2) &= 0, \end{aligned}$$

wobei bedeuten:

$\nu$  der complexe Brechungsquotient,

$$A = 1 + \sum \frac{e_h}{D_h}, \quad A' = 1 + \sum \frac{e_h'}{D_h'},$$

$$\delta = \frac{1}{\mathfrak{J}} \sum \frac{d_h}{D_h}, \quad \delta' = \frac{1}{\mathfrak{J}} \sum \frac{d_h'}{D_h'},$$

$$D_h = 1 + \frac{i a_h}{\mathfrak{J}} - \frac{b_h}{\mathfrak{J}^2}, \quad D_h' = 1 + \frac{i a_h'}{\mathfrak{J}} - \frac{b_h'}{\mathfrak{J}^2}.$$

Für den complexen Brechungsindex  $\nu$  folgt die Gleichung:

$$\begin{aligned} (A - \nu^2)(A' - \nu^2(\alpha^2 A + \gamma^2 A')) \\ = \nu^2 \alpha^2 (\delta' + \bar{\delta}) (\delta + \bar{\delta}') (A - \nu^2 \gamma^2) \\ + \nu^2 \gamma^2 (\delta + \bar{\delta})^2 (A' - \nu^2 \alpha^2) \\ + \nu^4 \alpha^2 \gamma^2 (\delta + \bar{\delta}) (\delta + \bar{\delta}' + \bar{\delta} + \delta'). \end{aligned}$$

Ist die Wellennormale  $\parallel$  der Hauptaxe, so wird  $\gamma = 1$ ,  $\alpha = 0$ , ist sie senkrecht zur Hauptaxe, dann wird  $\alpha = 1$ ,  $\gamma = 0$ .

Nach der einconstantigen Theorie von Drude wird  $d = d_h$ ,  $\bar{d}_h = d_h' = 0$ , und es läßt sich dann das Axenverhältnis der Schwingungsellipse des sich  $\perp$  zur Hauptaxe fortpflanzenden Strahles aus der Differenz der Geschwindigkeiten parallel zur Hauptaxe berechnen; nach der mehrconstantigen Theorie des Verfs. ist dies nicht möglich.

Erstere gibt für jenes Verhältnis bei schwachen Absorptionen den Wert:

$$\begin{aligned} \pm \kappa_s &= \frac{\delta}{2(n_o - n_e)} = \frac{n_l - n_r}{2(n_o - n_e)}; \text{ die letztere:} \\ \pm \kappa_s &= \frac{\delta + \delta'}{2(n_o - n_e)}, \quad \delta = \frac{n_l - n_r}{2}. \end{aligned}$$

Verf. bestimmte durch die Beobachtung für eine rechtsdrehende Quarzplatte für Na-Licht  $\kappa_s = +0,0017$ , für eine linksdrehende  $-0,0024$ .

Da bei Quarz  $n_l - n_r = 0,000074$ ,  $n_o - n_e = 0,00914$ , so verlangt die Drudesche Theorie  $\kappa_s = 0,0039$ , einen Wert, der außerhalb der Fehlergrenze liegt.



Für die der Hauptaxe nahe liegenden Strahlen wird

$$\alpha = \frac{n_e - n_o}{n_r - n_l} \mp \sqrt{1 + \left( \frac{n_e - n_o}{n_r - n_l} \right)^2}.$$

Für die sphenoidische Klasse des rhombischen Systems treten an die Stelle der früheren Gleichungen für die Geschwindigkeiten und Schwingungsformen die folgenden:

$$X(\mathcal{A} - \nu^2) + \alpha \nu^2 (\alpha X + \beta Y + \gamma Z) = i\nu (\beta Z(\delta + \delta'') - \gamma Y(\delta + \delta')),$$

und fällt die Richtung der Wellennormale in die  $XZ$ -Ebene, so wird einfacher:

$$X(\mathcal{A} - \nu^2) + \nu^2 \alpha (\alpha X + \gamma Z) = -i\nu \gamma Y(\delta + \delta'),$$

$$Y(\mathcal{A}' - \nu^2) = i\nu (\gamma X(\delta + \delta') - \alpha Z(\delta' + \delta'')),$$

$$Z(\mathcal{A}'' - \nu^2) + \nu^2 \gamma (\alpha X + \gamma Z) = +i\nu \alpha Y(\delta' + \delta'').$$

Für die Richtung der optischen Axen der optisch zweiaxigen Krystalle ergibt auch diese mehrconstante Theorie merkliche circulare Polarisation.

Da diese sich bis jetzt der Beobachtung entzogen hat<sup>1)</sup>, so liegt die Ursache nicht in der Verschiedenheit der »Activitätsconstanten  $\delta, \delta', \delta''$ «. Eine Drehung der Polarisationsebene macht sich aber bei einem optisch zweiaxigen Krystalle nur innerhalb eines äußerst kleinen Winkelraumes geltend. Bei Zuckerplatten beobachtete Verf. tatsächlich eine Linksdrehung, deren Betrag er auf  $4^\circ$  pro 1 mm Dicke schätzte.

Ref.: J. Beckenkamp.

**73. W. Voigt** (in Göttingen): **Über die rotatorischen Constanten der Wärmeleitung von Apatit und Dolomit** (Nachr. d. königl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1903, 87–89).

Aus einem einaxigen Krystalle, der nach seiner Symmetrie rotatorische Eigenschaften haben kann, wird eine Platte senkrecht zur Hauptaxe geschnitten, in zwei Hälften zerlegt, und nach Umlappen der einen Hälfte werden beide wieder aneinander gekittet.

Legt man die  $X$ - und die  $Y$ -Axe in die Plattenebene parallel und senkrecht zur Kittfläche, so sind die Wärmeleitungsgleichungen für die eine Hälfte der Platte:

$$-u_1 = \lambda \frac{\partial \vartheta_1}{\partial x} - \lambda' \frac{\partial \vartheta_1}{\partial y}, \quad -v_1 = \lambda \frac{\partial \vartheta_1}{\partial y} + \lambda' \frac{\partial \vartheta_1}{\partial x},$$

für die andere:

$$-u_2 = \lambda \frac{\partial \vartheta_2}{\partial x} + \lambda' \frac{\partial \vartheta_2}{\partial y}, \quad -v_2 = \lambda \frac{\partial \vartheta_2}{\partial y} - \lambda' \frac{\partial \vartheta_2}{\partial x},$$

wobei  $\vartheta$  die Temperatur,  $u$  und  $v$  die Strömungskomponenten,  $\lambda$  die thermische Leitfähigkeit normal zur Hauptaxe,  $\lambda'$  die rotatorische Constante bedeutet.

Die Isothermen in der Plattenebene müssen beim Überschreiten der Grenzlinie einen Knick erleiden um den Winkel  $\alpha = \frac{2\lambda'}{\lambda}$ .

Zur Beobachtung stellte Verf. eine dünne Schicht eines Gemisches von Elaidinsäure und Wachs her, bei der sich die Schmelzgrenze scharf kenntlich machte. Ein Knick war nicht zu erkennen. Verf. schließt hieraus, daß bei

<sup>1)</sup> Siehe jedoch diese Zeitschr. 37, 292.

dem untersuchten Apatit und Dolomit das Verhältnis  $\lambda' : \lambda$  den Wert 4 : 2000 nicht übertreffe.

Wie schon Soret (vergl. diese Zeitschr. 24, 408 und 26, 330) an Gyps, Dolomit, Erythrit und Apatit beobachtete, ergaben demnach auch die Beobachtungen des Verfs., daß die rotatorische Constante der Wärmeleitung praktisch der Null gleich zu achten sei.

Ref.: J. Beckenkamp.

**74. W. Voigt (in Göttingen): Über spezifische optische Eigenschaften hemimorpher Krystalle** (Nachr. d. königl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1903, 186—202).

Durch Einfügung von Ergänzungsgliedern, welche der Symmetrie der hemimorphen Krystalle mit einer drei-, vier- oder sechszähligen Axe entsprechen, zu den Gleichungen der elektromagnetischen Lichttheorie, gelangt Verf. zu Formeln für die Fortpflanzung des Lichtes, welche sich von den entsprechenden Formeln für die holoëdrischer Krystalle erst um Glieder zweiter Ordnung in bezug auf jene Ergänzungsglieder unterscheiden.

Dagegen soll bei der Reflexion an einer normal zur Hauptaxe aus einem einaxigen hemimorphen Krystalle geschliffenen Platte einfallendes linear polarisiertes Licht in elliptisches verwandelt werden und zwar von entgegengesetzter Umlaufsrichtung, je nachdem die innere Normale der Fläche mit der einen oder der anderen Seite der krystallographischen Hauptaxe zusammenfällt. Die diese Erscheinung charakterisierenden Formeln führen jene Ergänzungsglieder in der ersten Ordnung.

Von einem klaren brasilianischen Turmalin war eine Doppelplatte hergestellt worden, deren beide Hälften normal zur Hauptaxe geschliffen und dann in verwendeter Stellung neben einander gekittet waren. Die Doppelplatte verhielt sich jedoch ebenso, als wenn ihre beiden Hälften aus einer holomorphen Substanz hergestellt wären.

Für hemimorphe rhombische Krystalle gibt die Einführung der entsprechenden Ergänzungsglieder das merkwürdige Resultat, daß rhombische hemimorphe Krystalle, deren optische Axen in einer Ebene normal zu der hemimorphen Axe liegen, die Polarisations Ebene für Licht, das sie parallel einer optischen Axe durchsetzt, drehen, und zwar entspricht den beiden Axen ein entgegengesetzter Drehungssinn.

Ref.: J. Beckenkamp.

**75. K. Scheel (in ?): Über die Ausdehnung des amorphen Quarzes** (Verh. d. d. physik. Ges. 1903, 5, 119—123).

Für die thermische Ausdehnung der aus dem Schmelzflusse von Quarz erstarrten amorphen Masse findet Verf. die Gleichung:

$$l_t = l_0(1 + 0,322 \cdot 10^{-6} t + 0,0047 \cdot 10^{-6} t^2).$$

Ref.: J. Beckenkamp.

**76. A. Leick (in Greifswald): Über künstliche Doppelbrechung und Elasticität von Gelatineplatten** (Inaug.-Diss. 1903, 44 S.).

»Die in wässrigen Gelatinegallerten durch einseitigen Zug hervorgerufene künstliche Doppelbrechung ist der sie erzeugenden relativen Verlängerung proportional. Diese Proportionalität bleibt auch bestehen, wenn den Lösungen verschiedene Substanzen zugesetzt werden.«

»Die spezifische Doppelbrechung rein wässriger Gelatinelösungen ist proportional der Concentration, dagegen wächst der Elasticitätsmodul angenähert mit dem Quadrat der Concentration.«

Durch Zusatz von  $KCl$ ,  $NaCl$ ,  $LiCl$ ,  $CuCl_2$ ,  $MgCl_2$ ,  $KNO_3$  wird die spezifische Doppelbrechung, die spezifische Drehung und der Elasticitätsmodul der Gelatine bedeutend herabgesetzt. Während  $LiCl$ ,  $CuCl_2$ ,  $MgCl_2$  in dieser Hinsicht eine beträchtliche Wirkung ausüben, ist der Zusatz von  $Na_2SO_4$  kaum merklich. Beim Zusatz von Glycerin und Rohrzucker erfährt die spezifische Doppelbrechung eine Abnahme, dagegen der Elasticitätsmodul eine Zunahme.

Ref.: J. Beckenkamp.

**77. S. Sano** (in Tokyo): **Notiz über Magnetisierung kubischer Krystalle** (Physik. Zeitschr. 1903, 4, 8).

**W. Voigt** (in Göttingen): **Bemerkung über die Magnetisierung kubischer Krystalle** (Ebenda 4, 136).

S. Sano erhebt gegen den Ansatz von W. Voigt für die magnetische Influenz des Magnetits (vergl. diese Zeitschr. 36, 204) den Einwand, daß er für centrisch symmetrische Körper zu speciell sei, indem er keine geraden Potenzen der Feldstärke enthalte. Demgegenüber bemerkt Voigt, daß sein Ansatz zwar etwas zu speciell, aber doch richtig sei, da er noch die Glieder der siebenten Potenz berücksichtigt habe, Glieder mit geraden Potenzen aber erst von der achten Potenz an aufträten.

Ref.: J. Beckenkamp.

**78. Fr. Streintz** (in ?): **Das Leitvermögen von Bleiglanz und Silberglanz** (Ebenda 4, 106—108).

Pulver von Bleiglanz wurde unter Anwendung eines Druckes von 10 000 Atmosphären in besonders construierte Formen gepreßt, und daraus ein kleiner cylindrischer Stift von 0,92 cm Länge und 0,138 cm<sup>2</sup> Querschnitt hergestellt. Bei niedriger Temperatur ergab sich für den Bleiglanz eine Phase schlechter, bei höherer Temperatur bis zu 300° eine Phase guter Leitfähigkeit. Nach Ansicht des Verf. bestehen die beiden Phasen neben einander, so daß das Leitvermögen jedesmal abhängt von der Anzahl der in der Volumeinheit vorhandenen umgewandelten Moleküle. Über 300° tritt der Bleiglanz wieder in eine Phase geringer Leitfähigkeit.

Silberglanz verhält sich ähnlich; bei ihm ist die Abhängigkeit des Leitvermögens von der Temperatur sehr groß. Bleiglanz und Silberglanz lassen bei diesen Versuchen keinerlei Polarisation (durch Zersetzung) erkennen.

Ref.: J. Beckenkamp.

**79. W. Schmidt** (in Gießen): **Krystallisation im elektrischen Felde** (Ebenda 4, 480—481).

Wenn sich Krystalle im elektrischen Felde aus einer Lösung ausscheiden, so sollte man annehmen, daß die Richtung der größten Dielektricitätsconstanten des entstandenen Krystalles mit der Richtung der Kraftlinien des elektrischen Feldes zusammenfielen. Dies fand Verf. nicht bestätigt, dagegen beobachtete er eine andere merkwürdige Erscheinung. Zwei Messingelektroden, die durch eine Influenzmaschine längere Zeit auf einer Potentialdifferenz von ungefähr 40 000 Volt gehalten wurden, befanden sich in einem Abstände von 2 cm in einem mit

einer Lösung von Schwefel in Schwefelkohlenstoff gefällten Gefäße gegenüber. Nach 3 Stunden hat sich auf der Anode eine ca. 3 bis 5 mm dicke durchsichtige Schwefelschicht angesetzt. Die einzelnen Krystalle ließen aber keine Regelmäßigkeit der Orientierung erkennen. Die Kathode war von Krystallen völlig frei geblieben. Die Erscheinung läßt sich nach Annahme des Verfs. erklären, wenn man annimmt, daß die Schwefelkrystalle in statu nascendi einen negativen Charakter annehmen und von der Kathode abgestoßen werden.

Ref.: J. Beckenkamp.

**80. J. Königsberger** (in Freiburg i. B.): **Über Quarz als Reflexionsnormale** (Physik. Zeitschr. 1903, 4, 494—495).

Da absolute Reflexionsbestimmungen schwierig sind, so wäre es erwünscht, irgend eine gut definierte, leicht und vollkommen polierbare Substanz zu haben, deren Reflexionsvermögen auf mindestens 0,5 % sicher bekannt, stets in gleicher Größe herstellbar ist und unverändert bleibt. Mit der Reflexion eines derartigen Spiegels könnte dann die Reflexion einer anderen, zu untersuchenden Substanz verglichen werden, was sich leichter ausführen läßt. Die Metalle eignen sich aus verschiedenen Gründen nicht zur Verwendung als Vergleichsspiegel.

Das Reflexionsvermögen der durchsichtigen Substanzen ist nur vom Brechungsindex abhängig und kann daher für alle Wellenlängen, für welche dieser bekannt ist, berechnet werden. Verf. empfiehlt als Vergleichsspiegel eine senkrecht zur Hauptaxe geschliffene und gut polierte Quarzplatte.

$$\text{Die Gesamtreflexion ist } R = \frac{2r}{1+r}, \quad r = \left( \frac{n-1}{n+1} \right)^2,$$

Für  $\lambda = 600 \mu\mu$  folgt hieraus für jene Quarzplatte  $R = 0,0873$ .

Die directe Beobachtung ergab  $R = 0,0875$ . Man kann also für das Reflexionsvermögen einer gut polierten Quarzplatte innerhalb eines Spielraums von 0,3 % den theoretisch berechneten Wert zugrunde legen.

Ref.: J. Beckenkamp.

**81. Derselbe:** **Über Absorption und Reflexion bei Metallsulfiden und -oxyden und die Gültigkeit der Maxwell'schen Beziehungen** (Ebenda 4, 495—499).

Ist  $\sigma$  das elektrische Leitvermögen,  $\tau$  die Schwingungsperiode,  $\kappa$  der Absorptionsindex, so soll nach Maxwell  $n^2\kappa = \sigma\tau$  sein. Im sichtbaren Gebiete hat jedoch die Mehrzahl der Metallsulfide und -oxyde eine 10- bis 10000 mal stärkere Absorption als diese Formel angibt, und auch für größere Wellen bis zu  $40 \mu$  erscheint die Absorption noch meist viel stärker, als die Theorie es voraussieht.

Mit Hilfe einer Thermosäule wurde die von einem Auerbrenner ausgesendete Strahlung bestimmt, nachdem dieselbe durch verschiedene Sulfide und Oxyde hindurchgegangen.

Von zwei Platten desselben Minerals von genau gemessenen Dicken  $d_1$  und  $d_2$  (in mm) lasse die eine die Intensität  $J_1$  und die andere die Intensität  $J_2$  (ausgedrückt in Procenten der auffallenden Strahlung) durch. Dann ist:

$$\begin{aligned} J_1 &= e^{-\alpha d_1} (1 - r)^2 (1 + e^{-2\alpha d_1 r^2}), \\ J_2 &= e^{-\alpha d_2} (1 - r)^2 (1 + e^{-2\alpha d_2 r^2}). \end{aligned}$$

Aus den beobachteten Werten  $J_1, J_2, d_1, d_2$  lassen sich also der Schwächungscoefficient  $\alpha$  und das Reflexionsvermögen  $r$  berechnen.

Auf diese Weise bestimmte Verf. für Antimonglanz:

$\lambda$	0,5—4,0 $\mu$	4,6—4,0 $\mu$	4,0—4,0 $\mu$	45—40 $\mu$
$r$	0,476	0,439	0,479	0,573
$\alpha$	0,252	0,203	0,209	0,231

Aus der Beziehung  $r = \frac{n^2 + 1 + n^2 x^2 - 2n}{n^2 + 1 + n^2 x^2 + 2n}$  und  $4\pi n x = a \lambda_0$  ergibt sich der außergewöhnlich hohe Wert  $n$  im Mittel gleich 5,3. Für größere Wellen zwischen 45 und 40  $\mu$  wird  $n = 7,2$ .

Wird die Leitfähigkeit eines Körpers im Vergleiche zu der des Quecksilbers mit  $\sigma_1$  bezeichnet, so folgt aus der Maxwellschen Beziehung  $n^2 x = \sigma t$  die Gleichung  $\alpha = \frac{4,02 \cdot 10^5}{n} \sigma_1$ .

Da die Leitfähigkeit  $\sigma_1$  etwa  $10^{-15}$ , so würde hieraus der Wert  $\alpha = 2 \cdot 10^{-8}$  folgen; der direct beobachtete Wert von  $\alpha$  ist also  $10^7$ mal größer.

Für Markasit fand Verf.:

$\lambda$	4,6—4,0	4,0—45	45—40 $\mu$
$r$	0,34	0,34	0,23
$\alpha$	42,8	42,8	44,4

Hieraus folgt  $n$  im Mittel 3,5; da die Leitfähigkeit  $\sigma_1$  ungefähr  $\frac{1}{2 \cdot 10^6}$ , so ist der beobachtete Wert  $\alpha$  etwa 120mal größer als der aus der Leitfähigkeit berechnete.

Für Pyrit fand Verf.  $\alpha$  im Mittel = 40,  $r = 0,30$  die Leitfähigkeit  $\sigma_1 = \frac{1}{4 \cdot 10^2}$ , die beobachtete Absorption hiernach 40mal kleiner als die berechnete.

Für Molybdänglanz, Platte || (0001):

$\lambda$	0,5—4,0	4,6—4,0	4,0—40	45—40 $\mu$
$r$	0,320	0,360	0,295	0,337
$\alpha$	44,32	24,64	43,09	9,53

$n$  folgt hieraus im Mittel gleich 3,7; die beobachtete Absorption ist etwa 5mal größer als die aus dem Leitvermögen  $\sigma_1 = \frac{1}{7 \cdot 10^4}$  berechnete.

Manganit, Platte || (010):

$\lambda$	0,5—4,0	4,6—4,0	4,0—40	45—40 $\mu$
$\alpha$	15	44	56	78

$r$  im Mittel 0,25. Die beobachtete Absorption ist 200mal größer als die Maxwellsche Berechnung aus der Leitfähigkeit  $\sigma_1 = \frac{1}{2 \cdot 10^6}$  ergibt.

Hämatit, Platte || (1010):

$\lambda$	0,5—4,0	4,6—4,0	4,0—40	45—40 $\mu$
$\alpha$	26	24	47	47



$r$  im Mittel 0,25; Leitfähigkeit  $\sigma_1 = 25 \cdot 10^{-4}$ . Die beobachtete Absorption ist hier ebenso groß wie die aus der Leitfähigkeit berechnete.

Ref.: J. Beckenkamp.

**82. H. Rubens** (in Charlottenburg): **Versuche mit Reststrahlen von Quarz und Flußspat** (Physik. Zeitschr. 1903, 4, 726—727).

Aus Dispersionsbeobachtungen lassen sich die Wellenlängen bestimmen, für welche eine Substanz metallische Reflexion besitzt. Für Quarz z. B. ergab sich solche bei 9 bis  $10\mu$ , für Flußspat bei ca.  $30\mu$ , für Steinsalz bei ca.  $60\mu$ , für Sylvin bei ungefähr  $70\mu$  (vgl. diese Zeitschr. 31, 593; 32, 204; 35, 196).

Schon nach drei Reflexionen kann man ziemlich rein metallisch reflectierende Strahlen übrig behalten. Quarz liefert auf diese Weise zwei Maxima nahe bei  $9\mu$  und ein einfaches bei  $24\mu$ ; Reinheit der Substanz und große Ebenheit und Feinheit der Politur sind nicht nötig.

Für die Gesamtstrahlung eines Auerbrenners sind Steinsalz und Flußspat nahezu vollkommen durchlässig, Quarz absorbiert etwa die Hälfte. Die Reststrahlen des Quarzes von ca.  $9\mu$  gehen durch Steinsalz fast ungeschwächt durch, Flußspat absorbiert diese merklich, Quarz ist für sie völlig undurchlässig.

Für die Reststrahlen von Flußspat sind Steinsalz, Flußspat und Quarz undurchlässig, dagegen gehen diese Strahlen durch Paraffin durch.

Je größer die Wellenlänge, um so mehr tritt der elektromagnetische Charakter der Strahlen hervor. Die Maxwell'sche Beziehung  $n = \sqrt{K}$  stimmt für die langwelligen Strahlen bei vielen Stoffen, bei welchen die Prüfung im sichtbaren Gebiete versagt. Gute Isolatoren sind für die langwelligen Strahlen durchsichtig.

Ref.: J. Beckenkamp.

**83. S. Kalischer** (in ?): **Über die krystallinische Structur der Metalle** (Ebenda 4, 854—856).

Gegenüber einer neueren Mitteilung von Hollborn und Hennig: »Über Zerstäubung und Rekristallisation der Platinmetalle« (Ber. d. Berliner Akad. 1902, 936) verweist Verf. auf seine im Jahre 1882 erschienenen Arbeiten: »Über den Einfluß der Wärme auf die Molekularstruktur des Zinkes« (Ber. d. d. chem. Ges. 14, 2797) und »Über die Molekularstruktur der Metalle« (Ebenda 15, 702—713), in welchen er nachgewiesen, daß der krystallische oder krystallinische der natürliche Zustand der meisten Metalle ist, der ihnen durch mechanische Einwirkung (Walzen), den einen leicht, den anderen schwer, einigen vielleicht gar nicht, genommen werden kann, und in den viele von ihnen unter dem Einfluß der Wärme wieder übergeführt werden können.

Ref.: J. Beckenkamp.

**84. J. A. Disch** (in Freiburg i. B.): **Über die Beziehungen zwischen natürlicher und elektromagnetischer Rotationsdispersion** (Inaug.-Diss. 1903, 50 S. S. auch Ref. Nr. 47).

Bezeichnet man die natürliche Drehung für die Wellenlängen  $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \dots$  mit  $n_0, n_1, n_2, \dots$ , die magnetischen mit  $m_0, m_1, m_2, \dots$ , so fand G. Wiedemann  $\frac{n_0}{m_0} = \frac{n_1}{m_1} = \frac{n_2}{m_2} = \dots = C$ .

Hieraus folgt:  $\frac{n_1}{n_0} = \frac{m_1}{m_0}, \frac{n_2}{n_0} = \frac{m_2}{m_0},$  usw.

Die Beobachtungen des Verfs. ü. d. Methode s. S. 290 ergaben, daß für die untersuchten Flüssigkeiten das Wiedemannsche Gesetz nicht streng, wohl aber angenähert gilt, und daß der Quarz dasselbe absolut streng befolgt.

Hieraus ist zu schließen, daß die Flüssigkeiten nicht frei waren von inactiven oder entgegengesetzt drehenden Beimengungen, und daß eine Substanz jenes Gesetz um so strenger erfüllt, je freier sie von derartigen Beimengungen ist.

Für die Boltzmannsche Gleichung:

$$\varphi = \frac{A}{10^6 \lambda^2} + \frac{B}{10^{12} \lambda^4} + \frac{C}{10^{18} \lambda^6} + \dots,$$

in welcher  $\lambda$  in mm angegeben wird, hat bezüglich der natürlichen Rotationsdispersion des Quarzes bereits E. Gumlich (vgl. diese Zeitschr. **32**, 199. die Werte der Constanten  $A, B, C$  usw. ermittelt. Für die elektromagnetische Drehung fand Verf. bei Verwendung einer zweiconstantigen Gleichung

$$A = +4,2687, \quad B = +0,0032244;$$

besser eignet sich die Formel mit drei Constanten:

$$A = +4,44354, \quad B = +0,064713, \quad C = -0,0069378.$$

Von der von Helmholtz aufgestellten Hypothese der activen Ionen ausgehend hat Drude die natürliche Drehung dargestellt durch:

$$\varphi = \frac{a}{\lambda^2 l^2} + \frac{b}{\lambda^2},$$

wobei  $\varphi$  die Drehung für die Wellenlänge  $\lambda$ ,  $a$  und  $b$  die sogenannten Activitätsconstanten und  $l^2 = 0,010627$ , d. h.  $l = 103 \mu\mu$  jene Stelle im Ultraviolett bezeichnet, wo eine Eigenperiode oder ein Absorptionsstreifen liegt. Auch diese Gleichung läßt sich auf die magnetische Drehung übertragen. Als Constante berechnet Verf. für diese  $a = +0,9375$ ,  $b = +0,3080$ .

Die für die natürliche Rotationsdispersion abgeleiteten Gleichungen stellen also auch die magnetische Rotationsdispersion in befriedigender Weise dar.

Ref.: J. Beckenkamp.

**85. M. v. Pisani** in Berlin: **Über Dielektricitätsconstanten fester Körper** (Inaug.-Diss. 1903, 33 S.).

Stellt man sich durch Ausprobieren ein Flüssigkeitsgemisch dar, bei welchem durch Einführung eines festen Körpers keine Capacitätsänderung eintritt, dann ist die Dielektricitätsconstante des festen Körpers gleich der des Flüssigkeitsgemisches. Verf. stellte sich zwei derartige Gemische dar von der Eigenschaft, daß die Einführung des festen Körpers in das eine Gemisch dessen Capacität erhöhte, und die Einführung in das andere Gemisch dessen Capacität verminderte. Die Dielektricitätsconstante  $k$  des festen Körpers liegt also zwischen den Constanten  $k_1$  und  $k_2$  der beiden Gemische. Die Capacität eines Condensators, der mit einer Flüssigkeit mit der Dielektricitätsconstante  $k_1$  gefüllt ist, sei  $c_1$ ; die Capacität desselben Condensators, gefüllt mit derselben Flüssigkeit, in die aber noch die zu untersuchende feste Platte eingetaucht ist, sei  $c_1'$ . Tritt dagegen

an die Stelle der Flüssigkeit mit der Dielektricitätsconstante  $k_1$  ein Flüssigkeitsgemisch mit der Constante  $k_2$ , so seien die entsprechenden Capacitäten  $c_2$  und  $c_2'$ .

Setzt man:  $\frac{c_1' - c_1}{c_2' - c_2} = \frac{d_1}{d_2}$ , so wird  $k = (k_2 - k_1) \frac{d_1}{d_1 - d_2} + k_1$ .

Als Mischflüssigkeit wählte Verf. Äthylenchlorid-Äthermischungen, so daß  $k_1 > k > k_2$ .

Die Werte  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $d_1$  und  $d_2$  wurden mit Hilfe einer Wheatstoneschen Brückenordnung für Wechselstrom bestimmt.

Verf. fand nach dieser Methode für spröden frisch gegossenen Schwefel mit rein gelbem krystallinischem Bruche  $k = 4,22$ ,

für Calcit  $\perp$ :  $k = 8,78$ , Quarz  $\parallel$ :  $k = 4,98$ , Gyps  $k = 5,66$ ,  
 - -  $\parallel$ :  $k = 8,29$ , Sylvia  $k = 5,03$ , Flußspat  $k = 7,36$ ,  
 - Quarz  $\perp$ :  $k = 4,85$ , Steinsalz  $k = 6,42$ , Diamant  $k = 16,47$ ,

die Werte sind durchgehends etwas höher als die von W. Schmidt (vgl. diese Zeitschr. **39**, 449) angegebenen.

Bezeichnet man mit  $d$  die Dichte, mit  $k$  die Dielektricitätsconstante eines Körpers, so soll nach der Clausiusschen Formel  $\frac{k-1}{k+2} \cdot \frac{1}{d} = \text{Const.}$  sein.

Nach vorstehenden Beobachtungen wird diese Constante für Flußspath Const. = 0,22, für Diamant Const. = 0,24, für Schwefel Const. = 0,255, für Gyps Const. = 0,26, für Sylvit Const. = 0,25. Nach den Beobachtungen des Verfs. stimmt diese Formel nur für vollkommen durchsichtige reine Substanzen.

Ref.: J. Beckenkamp.

**86. E. C. Müller** (in Göttingen): **Optische Studien am Antimonglanz** (Inaug.-Diss. 1903. N. Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Bd. **17**, 187—254).

Da der Antimonglanz nur für rotes Licht in sehr dünnen Blättchen ein wenig durchscheinend ist, so muß sich die optische Untersuchung auf das elliptisch polarisierte Licht beziehen, welches von Spaltblättchen nach {040} reflectiert wird, wenn geradlinig polarisiertes Licht auf diese auffällt. Die ersten Versuche über das optische Verhalten des Antimonits machte Sénarmont 1847. Aus der Beobachtung, daß die Ellipticität des reflectierten Lichtes sich mit der Neigung der Einfallsebene gegen den Symmetrieschnitt des Spaltungsstückes ändere, schloß Sénarmont, daß das in den Antimonglanz eindringende Licht eine Doppelbrechung erleide.

Später hat P. Drude (vergl. diese Zeitschr. **18**, 644) Beobachtungen über Reflexion des Lichtes am Antimonglanz angestellt und bestimmte für die beiden Hauptlagen des Spaltungsstückes die Brechungsindices  $n_1 = 5,17$ ,  $n_2 = 4,49$ , sowie die Absorptionsindices  $x_1 = 0,443$  und  $x_2 = 0,177$ . Er fand ferner, daß die Beobachtungsfläche mit der Zeit ihre optische Natur ändert, indem sie sich mit einer Oberflächenschicht bedeckt. Endlich glaubte Drude zu bemerken, daß die optischen Symmetrielinien der untersuchten Fläche mit ihren krystallographischen Symmetrielinien (d. h. der Prismenkante und der dazu senkrechten Richtung) nicht zusammenfielen, sondern einen Winkel von  $8^\circ$ — $10^\circ$  gegen dieselben bildeten.

Die Eigenschaften der vom Antimonit reflectierten elliptischen Schwingung wurden vom Verf. mit Hilfe des früher von G. Horn (vgl. diese Zeitschr. **33**, 106)

beschriebenen Glimmercompensators bestimmt. Es sei  $K_2$  die kleine,  $K_1$  die große Axe der Schwingungseellipse des reflectierten Lichtes und es werde gesetzt  $\frac{K_2}{K_1} = \operatorname{tg} J$ .

Jede elliptische Schwingung kann aufgefaßt werden als Superposition zweier linearer, etwa nach  $Y_2$  und  $Y_1$  senkrecht zu einander polarisierter linearer Schwingungen. Die Polarisationsrichtungen der langsameren und der schnelleren Welle im Glimmer seien mit  $H_2$  und  $H_1$  bezeichnet. Vorausgesetzt, daß die Phasendifferenz  $\Phi$  der nach  $H_2$  polarisierten Welle gegen die nach  $H_1$  polarisierte im Glimmer die Bedingung erfüllt:

$$2J < \Phi < \pi - 2J,$$

lassen sich stets zwei Stellungen des Glimmers  $H_2'$  und  $H_2''$  auffinden, in denen der durch ihn verursachte Gangunterschied denjenigen der nach  $H_2$  und  $H_1$  genommenen Componenten der auffallenden elliptischen Schwingung genau aufhebt. Für diese beiden Stellungen des Glimmers ist das aus dem Glimmer austretende Licht geradlinig polarisiert und kann durch ein Nicolsches Prisma ausgelöscht werden. Für diese beiden Lagen fällt  $H_2$  des Glimmers mit einer der beiden Richtungen  $Y_2$  oder  $Y_1$  zusammen. Aus der Stellung des Analysators bei der Auslöschung des Lichtes erkennt man die Polarisationsrichtung  $P$  des geradlinig polarisiert aus dem Glimmer austretenden Lichtes. Der Winkel zwischen  $Y_1$  und  $K_1$  sei  $\zeta$ ; der Winkel zwischen  $Y_1$  und  $P$  sei  $\eta$ . Wenn wir eine bestimmte Phasendifferenz  $\Phi$  vorschreiben, die zwischen  $2J$  und  $\pi - 2J$  liegt, so können wir für jede elliptische Schwingung zwei Paare von Componenten  $y_1^1 y_2^1$  und  $y_1^2 y_2^2$  angeben, welche diese Phasendifferenz  $\Phi$  besitzen. Die entsprechenden Winkel  $\zeta_1$  und  $\zeta_2$  genügen dann der Tabelle:

	$\Phi < \frac{\pi}{2}$	$\Phi > \frac{\pi}{2}$
Linksellipse	$\zeta_1 + \zeta_2 = 90^\circ$	$\zeta_1 + \zeta_2 = 270^\circ$
Rechtsellipse	$\zeta_1 + \zeta_2 = 270^\circ$	$\zeta_1 + \zeta_2 = 90^\circ$

Die zu  $\zeta_1$  und  $\zeta_2$  gehörigen Werte  $\eta_1$  und  $\eta_2$  genügen dann bei einer Linksellipse der Gleichung  $\eta_1 + \eta_2 = \frac{\pi}{2}$ , bei einer Rechtsellipse der Gleichung  $\eta_1 + \eta_2 = \frac{3}{2}\pi$ .

Das Axenverhältnis der Schwingungseellipse ist dann gegeben durch

$$\cos 2J = \frac{\sin(\eta_1 - \eta_2)}{\sin(\zeta_1 - \zeta_2)}.$$

Zur Ermittlung der Phasendifferenz  $\mathcal{A}$  und des Amplituden-tg  $\psi$ -Verhältnisses zweier bestimmter Componenten der elliptischen Schwingung, etwa parallel und senkrecht zur Einfallsebene, dienen die Formeln:

$$\operatorname{tg} \mathcal{A} = \pm \frac{\operatorname{tg} 2J}{\sin^2 \theta}, \quad \cos 2\psi = \cos 2J \cos 2\theta,$$

wo  $\theta$  derjenige Winkel ist, um welchen man die Projection der großen Ellipsenaxe auf die Einfallsebene im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers drehen muß, um sie auf dem kürzesten Wege in die Richtung von  $K_1$  überzuführen. Ist das einfallende Licht unter  $45^\circ$  zur Einfallsebene polarisiert, so beträgt bei senkrechtem Einfall der Winkel  $\theta = 435^\circ$ , bei streifendem Einfall wird  $\theta = 45^\circ$ .

Aus der Phasendifferenz  $\mathcal{A}$  und dem Amplitudenverhältnis  $\operatorname{tg} \psi$  der Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene können die complexen optischen Constanten  $\alpha, \beta, \gamma$  des Krystalls berechnet werden.

Für die erste Hauptlage, d. h. für diejenige Lage der Spaltfläche des Antimonits, in der die verticale Axe senkrecht zur Einfallsebene liegt, werde gesetzt

$$R_1 = \frac{\cos 2\psi_1}{1 - \sin 2\psi_1 \cos \mathcal{A}_1} + i \frac{\sin 2\psi_1 \sin \mathcal{A}_1}{1 - \sin 2\psi_1 \cos \mathcal{A}_1},$$

entsprechend für die zweite Hauptlage, d. h. für diejenige Lage, in der die verticale Axe in der Einfallsebene liegt, sei

$$R_2 = \frac{\cos 2\psi_2}{1 - \sin 2\psi_2 \cos \mathcal{A}_2} + i \frac{\sin 2\psi_2 \sin \mathcal{A}_2}{1 - \sin 2\psi_2 \cos \mathcal{A}_2},$$

dann ist:

$$R_1 + R_2 = (\sqrt{\alpha} + \sqrt{\beta}) \frac{\sin^2 \varphi}{\cos \varphi},$$

$$R_1 - R_2 = (\sqrt{\beta} - \sqrt{\alpha}) \frac{1 + \cos^2 \varphi}{\cos \varphi},$$

wobei  $\varphi$  den Einfallswinkel bezeichnet. Aus diesen beiden Gleichungen bestimmen sich die optischen Constanten:

$$\alpha = a_{11} + i a_{12}, \quad \beta = a_{21} + i a_{22}.$$

Setzt man:

$$\frac{a_{12}}{a_{11}} = \operatorname{tg} \chi, \quad \frac{a_{22}}{a_{21}} = \operatorname{tg} \varepsilon,$$

so ist:

$$\chi_1 = \operatorname{tg} \frac{\chi}{2}, \quad \chi_2 = \operatorname{tg} \frac{\varepsilon}{2},$$

$$n_1^2 = \frac{2 \sin \frac{\chi}{2} \cos^3 \frac{\chi}{2}}{a_{12}}, \quad n_2^2 = \frac{2 \sin \frac{\varepsilon}{2} \cos^3 \frac{\varepsilon}{2}}{a_{22}}.$$

Drude drehte eine Spaltfläche von Antimonit in ihrer Ebene von  $40^\circ$  zu  $40^\circ$  fortschreitend, während der Einfallswinkel constant  $70^\circ$  blieb. Für jedes dieser  $2 \times 18$  Azimute wurde die Phasendifferenz  $\mathcal{A}$  und das Amplitudenverhältnis  $\operatorname{tg} \psi$  der Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene ermittelt. Von der Ansicht ausgehend, daß die Ablesungen am Analysatortheilkreis immer dann gleich sein müssen, wenn die optischen Symmetrielinien der Platte entgegengesetzt gleiche Winkel gegen die Einfallsebene bilden, schloß Drude aus seinen Beobachtungen, daß die optische Symmetrieaxe gegen die krystallographische um annähernd  $40^\circ$  geneigt sei. Indessen die Gleichung, welche  $\psi$  und  $\mathcal{A}$  als Functionen von  $\zeta$  darstellt, enthält  $\zeta$  in den Formen  $\sin^2 \zeta$ ,  $\cos^2 \zeta$  und  $\sin 2\zeta$ , und von diesen wechselt  $\sin 2\zeta$  sein Zeichen mit  $\zeta$ . Bildet also die krystallographische Verticalaxe gleiche, aber entgegengesetzte Winkel  $+\zeta$  und  $-\zeta$  mit der Einfallsebene, so haben  $\psi$  und  $\mathcal{A}$  in beiden Lagen nicht gleiche Werte. Tatsächlich ergeben die Beobachtungen, daß die von Drude beobachtete Erscheinung eine ganz normale ist. Gerade aus der beobachteten Unsymmetrie der Analysator- und Compensatorstellungen folgt, daß der Antimonit auch seinem optischen Verhalten nach rhombisch ist, d. h. seine optischen und krystallographischen Symmetrieaxen zusammenfallen.



Als Beobachtungsmaterial dienten dem Verf. zwei Spaltungsstücke des Antimonits von der Insel Shikoku. Die Beobachtung ergab: Ist das einfallende Licht unter dem Azimut  $45^0$  zur Einfallsebene polarisiert, so ist das vom Antimonit glanz reflectierte Licht rechtselliptisch polarisiert. Die Reflexion am Antimonit würde also nach Jamin als negativ zu bezeichnen sein.

Aus seinen Beobachtungen berechnet Verf. folgende Constanten:

$\lambda$	$n_1$	$n_2$	$n_2$	$n_2$
<i>C</i>	4,69	0,0537	4,47	0,120
610 $\mu\mu$	4,87	0,104	4,26	0,177
<i>D</i>	5,12	0,124	4,37	0,187
<i>E</i>	5,47	0,234	4,52	0,252
540 $\mu\mu$	5,48	0,305	4,51	0,286
<i>F</i>	5,53	0,404	4,49	0,344
460 $\mu\mu$	5,17	0,531	4,41	0,413
<i>G</i>	4,65	0,681	4,28	0,485

Hieraus folgt die Doppelbrechung  $n_1 - n_2$

$\lambda$	<i>C</i>	610 $\mu\mu$	<i>D</i>	<i>E</i>	540 $\mu\mu$	<i>F</i>	460 $\mu\mu$	<i>G</i>
$n_1 - n_2$	0,22	0,61	0,75	0,95	0,97	1,04	0,76	0,37

Die Doppelbrechung ist also am geringsten für die *C*-Linie, aber dort ist sie noch immer ungefähr ebenso groß wie für Calcit.

Der Antimonit ist nicht nur der am stärksten brechende, sondern insbesondere der am stärksten doppelbrechende bekannte Körper.

Zur Bestimmung der Brechungsindices und der Absorptionsindices von nur schwach absorbierenden Körpern ist der Glimmercompensator nicht geeignet.

Ref.: J. Beckenkamp.

**87. G. Murgoci (in Bukarest): Rumänische Bernsteinlagerstätten, nebst Anmerkungen über die fossilen Harze: Succinit, Romanit, Schraufit, Simetit, Birmit usw. und über ein neues fossiles Harz von Olanesti** (französ. Orig. in »Asoc. Română pentru înaintarea și răspândirea științelor, Memoriile Congresului de la Iași. Bucarest 1903, 1—34).

Verf. sucht darzulegen, daß die rumänischen, wie viele andere, als neue Arten angesehenen, fossilen Harze nach Eigenschaften und Vorkommen Succinit, d. i. Bernstein sind. Ein Probe Romanit (Rumänit O. Helms) von Catina, gelb, klar, mit vielen »Sonnenflinten«, fluorescent, läßt unter dem Mikroskope farblose sechseckige Täfelchen oder achteckige Prismen, also eine Art Entglasung des Bernsteins erkennen. Die triklinen, oft fleckigen Krystalle zeigen Auslöschungswinkel bis  $18^0$ ;  $\gamma - \alpha = 0,045$ ;  $n > 1,55$ . Von dem Rumänit lösen sich in Alkohol 6 0/0, in Äther 16 0/0, in Chloroform 10 0/0; bei der Destillation liefert er bis 5 0/0 Bernsteinsäure. Verf. identifiziert unter kritischer Würdigung der von O. Helm aufgestellten Artcharaktere den Rumänit mit Succinit. An der Luft verändert sich Rumänit sehr rasch; »Brandflecken« entstehen schon bei geringen Temperaturschwankungen durch den Einfluß der Luft, des Lichtes, der Feuchtigkeit usw. unter Bildung einer rauen rotbraunen Rinde. Wahrscheinlich haben »verbrannte« Bernsteine J. V. Schröckinger bei der Aufstellung der Species Schraufit vorgelegen, deren Eigenschaften Verf. folgendermaßen feststellt: Hyacinth-, blut-, granatroth; durchsichtig, fluorescent; H. 2—2,8; spec. Gew. 1—1,12; F.-P. 326°; Bruch halbmuschlig; teilweise löslich in Alkohol, Benzol, Chloro-

form; vollständig löslich in  $H_2SO_4$ ; enthält Bernstein- und Ameisensäure; also sehr viel Ähnlichkeit mit Rumänit und Bernstein im allgemeinen. Die ziemlich große Abweichung des »Schraufits« von der chemischen Zusammensetzung des Rumänits führt Verf. auf die geringe Zahl von Analysen zurück. Das Studium der Bernsteine von Mizun, Lemberg, Pasieczna, Solotwina, Trzebinia, sowie gleicher Vorkommnisse in der Karpathensandsteinzone, ergibt ihre völlige Identität mit dem Rumänit und dem Bernstein überhaupt. Für den sehr ähnlichen Simetit des sicilianischen Miocäns (Helm und Conwentz) hat bisher als einziger Artcharakter die Fluorescenz gegolten. Auch den Birmitt, Cedarit, Alingit, Muckit, Neudorffit fand Verf. bei genauerer Untersuchung dem Succinit durchaus ähnlich. Bezüglich der zahlreichen sonstigen bernsteinähnlichen Vorkommnisse betont Verf. mit Bombicci, daß Farbe, Aussehen, Fluorescenz usw. keine spezifischen Mineralcharaktere sind. Der einzige constante Charakter der sämtlichen bernsteinähnlichen fossilen Harze ist die analoge Entstehung; die variablen Eigenschaften reichen nicht aus zu einer weitergehenden Klassifikation, die zu unbegrenzten Möglichkeiten führen würde in anbetracht mangelnden kristallographischen und präzisen chemischen Charakters. Wertvoller wären genaue Angaben über die Abstammung des Harzes, die Bestimmung der Baumart, die jenes geliefert hat, das geologische Alter und die Lagerstätte, in der es fossilisiert und konserviert wurde. Nur eine ganz erhebliche Abweichung in den physikalischen, chemischen und geologischen Verhältnissen dürfte zur Aufstellung einer neuen Art berechtigen.

Verf. fand in Olănești (Rumänien) ein vom Rumänit abweichendes fossiles Harz, das übereinstimmt mit dem vom Wienerwald (Gablitz usw., »Copalit von Hütteldorf oder von Gablitz« der Wiener Sammlungen). Seine Eigenschaften sind: kleine linsenförmige Stücke bis 10 cm lang und 3 cm dick; gewöhnlich an Ort und Stelle zerbrochen, teilt es sich bei der Gewinnung in Stückchen von muschligem Bruche; frisch wie mit klebrigem Öl überzogen, erlangen die Stücke schon nach einigen Stunden durch völlige Verdunstung jener Flüssigkeit das gewöhnliche harzige Aussehen und den Habitus von Bernstein; innere Partien sind klar durchsichtig, weingelb, stellenweise dunkler, braun bis undurchsichtig, selbst schwarz; peripherisch und besonders auf Sprüngen ist das Harz rotbraun, weichselrot durchscheinend. Sicher hängt dieser Farbunterschied mit dem genannten öligen Stoffe zusammen, der auch in der Nähe des Harzes das einschließende Gestein bräunt. Das Harz fluoresciert stark (dunkel olivengrün, fettig, ähnlich wie anderer fluorescenter Bernstein); zwischen gekreuzten Nicols zeigt es unter dem Mikroskope doppeltbrechende Felder. Härte 2,5—3, wie der Bernstein von Buzău; leicht zerreiblich zu gelblichgrauem Pulver; wird durch Reibung leicht elektrisch unter Verbreitung von Harzgeruch; spec. Gew. 1,094; F.-P. 165°, von da bis 250° zersetzt es sich unter Abgabe von  $H_2O$ , Öl und etwas  $SO_2$ , hinterläßt etwas Kolophonium. Klare gelbliche Stücke zeigen folgende Zusammensetzung (zum Vergleiche sind beigelegt die Analysenergebnisse von »Ambre brûlé« und von fossilem Harz von Gablitz):

	Harz von Olănești:	Ambre brûlé:	Harz von Gablitz:
<i>C</i>	85,42 <sup>1)</sup>	77,79	76,80
<i>H</i>	11,46	10,76	10,00
<i>O</i>	2,55	9,98	13,20
<i>S</i>	0,54	1,29	nicht
Asche	0,03	0,18	bestimmt
	100,00	100,00	100,00

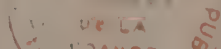
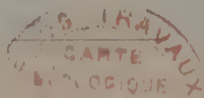
Das Harz von Olănești ist frei von Bernsteinsäure, teilweise löslich in Alkohol, alkoholischem  $KOH$  und in Terpeninöl; der weiche, harzig-schwammige Rückstand von der Ätherbehandlung coaguliert. In Chloroform lösen sich auch größere Stücke vollständig zu brauner, ölig-klebriger Flüssigkeit;  $HNO_3$  verwandelt vollständig in Nitroproducte; angreifbar auch durch  $H_2SO_4$ . Das Harz von Olănești stimmt physikalisch — abgesehen von der Fluorescenz und den optischen Anomalien — mit Gedanit ( $C = 81\%$ ) überein. Der Copalit von Gablitz, in kleinen flachen Stücken ( $5 \times 4$  cm) rötlichgelb bis blut- oder granatroten mit einer dunkleren Rinde, gibt orangegelbes Pulver; Aussehen harzig-fettig; große Stücke zeigen stellenweise sehr markant bläulich- und dunkelgrüne Fluorescenz. In der Masse erscheint er sehr zerbrechlich mit halbmuschligem, stellenweise blättrigem Bruche. Trotz der Härte  $> 2,5$  ist er an den Kanten mit dem Nagel ziemlich leicht zerreiblich; F.-P. über  $300^\circ$ . Das Pulver ist im Gegensatz zum „Ambre brûlé“ in Chloroform bis auf farblose Flocken fast völlig löslich. Bernstein findet sich in Rumänien vor allem auf primärer Lagerstätte, im allgemeinen im System der Menilitischichten (in einer mit Quarzsanden alternierenden tonig-mergeligen Facies des Unteroligocän); gleiches Auftreten zeigt er den Karpathenbogen entlang, z. B. in der Bukovina, in Galizien, bis zum Wienerwald. Die karpathischen Bernsteinlagerstätten gleichen geologisch den preußischen, russischen, ungarischen und nordösterreichischen; überall trifft man den Bernstein in dünnen Thonschichten zwischen Lagern von Sand oder (wie in Kliwa) zerreiblichen Sandsteinen.

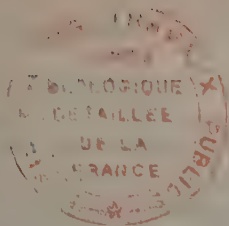
Aus der Betrachtung der genannten europäischen Lagerstätten ergibt sich eine auffällige geographische Continuität der Bernsteinformationen und eine seltene zeitliche Übereinstimmung der Bernsteinentstehung (Eocän bis Ende des Oligocän). Die Bernsteinablagerung fand außerhalb des Karpathenbogens günstigere Bedingungen als innerhalb (in Transsylvanien und Ungarn). Der Bernstein häuft sich — wie Petroleum und Salz — an der Umbiegung der Karpathen. Hier sind die Oligocänschichten reichlich gefaltet und geschiefert, und die Lagerstätten fördern, durch transversal über die Antiklinalen bewegte Wässer erodiert, Bernstein uzutage. Der Gedanit von Olănești, Gablitz u. a. O., der Beckerit, Stantienit usw. beweisen, daß selbst in einer enger begrenzten Epoche — im Eocän — die physischen Verhältnisse rings um das Flyschmeer nicht überall die gleichen waren; wahrscheinlich haben verschiedene Baumarten diese Harze geliefert.

In Rumänien findet sich Bernstein auf sekundärer Lagerstätte weit seltener als auf primärer. Verf. erklärt das durch eine zu geringe Erhöhung der Bernsteinregion nach dem Zurücktreten des Flyschmeeres, wodurch eine kräftige Erosion und eine Verschleppung des Harzes in andere Formationen verhindert wurde; auch das Fehlen glacialer Vorgänge spielt hierbei eine Rolle.

Die klare Durchsichtigkeit des Bernsteins führt Verf. auf ein heißes Klima zurück, langdauernde Besonnung ließ Gas- oder Flüssigkeitseinschlüsse entweichen. Die geringe Zahl eingeschlossener Tiere deutet vielleicht auf eine arme Fauna an den Sandküsten des Oligocänmeeres. Die Sprünge im Bernstein sind wohl u. a. auf Pressung bei Verschiebungen der Lagerstätten zurückzuführen; die gleiche Ursache erzeugte stellenweise die Eigenschaften der Doppelbrechung. Ref.: E. Düll.

4) Copalit  $C = 83,5\%$ ; viel  $C$ -reicher als alle Rumänite.





## XVIII. Die Stellung des Ammoniums in der Alkalireihe.

Eine Untersuchung des schwefelsauren und des selen-sauren Ammonium-Magnesiums und Ammonium-Zinks.

Von

A. E. H. Tutton in Oxford.

(Mit 15 Textfiguren.)

In einer früheren Mitteilung hat Verfasser die Resultate einer Untersuchung des krystallisierten normalen schwefelsauren Ammoniums herausgegeben (diese Zeitschr. 1904, **38**, 602), samt einer Erörterung ihrer Beziehung zu den früher mitgeteilten Schlußfolgerungen für die entsprechenden Sulfate von Kalium, Rubidium und Cäsium, mit besonderer Rücksicht auf die Beziehung der Ammoniumgruppe  $NH_4$  an jenen drei Alkalimetallen, welche streng derselben Familiengruppe des periodischen Systems angehören. Die Resultate einer Untersuchung über die vier Ammonium-Doppelsulfate und Doppelselenate der Reihe  $R_2M(\frac{S}{Se}O_4)_2 \cdot 6H_2O$  mit Magnesium und Zink werden in der vorliegenden Arbeit mitgeteilt und mit denjenigen verglichen, welche früher für die ähnlichen Alkalimetalle enthaltenden Salze herausgegeben worden sind (diese Zeitschr. 1893, **21**, 491; 1896, **27**, 113; 1900, **33**, 1 und 1902, **35**, 529).

Die beiden Doppelsulfate sind teilweise von Murmann und Rotter im Jahre 1858 beschrieben worden (Sitzungsber. k. Akad. d. Wiss. Wien **34**, 135), und die optischen Eigenschaften der beiden Doppelselenate und des schwefelsauren Ammonium-Magnesiums sind von Topsoe und Christiansen im Jahre 1874 untersucht worden (Ann. chim. phys. 1874 [5], **1**, 73, 76 und 87).

Die optischen Eigenschaften des schwefelsauren Ammonium-Zinks sind später auch in eingehenderer Weise von Perrot studiert worden (Arch. Sci. phys. nat. 1894, **25**, 26).

Die spezifischen Gewichte der beiden Doppelsulfate sind häufig bestimmt worden (s. später); die spezifischen Gewichte der Doppelselenate sind



ebenfalls von *Topsøe* gemessen worden, dessen Bestimmungen aber häufig zu niedrig sind, wie von *Pettersson* angedeutet worden ist, und dies ist besonders bei diesen Salzen der Fall, wie später bewiesen werden wird.

Die existierenden Daten über diese Doppelsalze sind also für eine strenge Vergleichung mit den analogen Salzen nicht hinreichend, und eine vollkommener Untersuchung war durchaus notwendig, um zu richtigen Schlußfolgerungen zu gelangen.

In der letzten Zeit hat *Miers* (diese Zeitschr. **39**, 220) eine Mitteilung über die vicinalen Flächen herausgegeben, welche ein besonderes Interesse mit Rücksicht auf die Arbeit des Verfs. besitzt, deren schwerste Aufgabe die Darstellung hinreichend vollkommener Krystalle für die Bestimmung der geringen Winkeldifferenzen zwischen den Krystallen verschiedener Glieder von isomorphen Salzreihen war. Jede Art des von *Miers* beschriebenen Vicinalflächenphänomens ist vom Verf. beobachtet worden, und jede Vorsichtsmaßregel wurde genommen, damit das Phänomen die Resultate nicht im geringsten beeinflussen sollte. Auf irgend eine Weise konnte das Auftreten von Vicinalflächen die Resultate nicht wesentlich verändern, weil die Differenzen viel größer sind (im Falle der Doppelsalze überschreiten sie  $2^\circ$ ) zwischen einem Kalium- und einem Cäsiumsalze, als diejenigen zwischen den vicinalen und primären Ebenen, und auch, weil irgend eines der sämtlichen isomorphen Salze der Reihe in ähnlicher Weise von dem Phänomen beeinflusst werden würde, so daß Vergleichen immer noch gültig sein würden.

Seit dem Anfange der Arbeit im Jahre 1892 ist das Phänomen beobachtet worden, und es wurden deshalb die äußersten Anstrengungen gemacht, dasselbe ganz zu beseitigen, und immer mit glücklichem Erfolge. Eine große Zahl von Krystallisationen jedes Salzes, häufig mehr als einhundert, sind dargestellt worden, mit allen Vorsichtsmaßregeln gegen Störung während des Krystallisierens. Ein Zimmer ist ganz zur Krystallisationsarbeit bestimmt worden, und viele Mühe ist auf diesen allerwichtigsten Teil der Untersuchung verschwendet worden.

Als Resultat hat Verf. etwa ein halbes Dutzend von Krystallisationen jedes Salzes erhalten, in denen eine hinreichende Zahl von kleinen Krystallen entdeckt werden konnte, welche so vollkommen ausgebildet waren, daß sie gar keine Spuren vicinaler Flächen zeigten. Diese Krystalle waren in der Regel viel kleiner als diejenigen, welche von *Miers* angewendet worden waren; sie sind unter Bedingungen äußerster Ruhe abgesetzt worden, und aus Lösungen, welche vor jeder schnellen Temperaturveränderung geschützt worden waren.

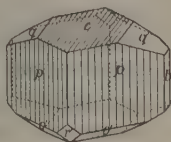
Was die Reihe  $R_2M(S_4O_4)_2 \cdot 6H_2O$  betrifft, so zeigen die Krystalle gewöhnlich Streifung der Flächen der Basis  $c\{001\}$  und des primären Prismas  $p\{110\}$  parallel der Symmetrieebene  $(010)$ , veranlaßt durch die Bildung



vicinaler Flächen. Die Richtungen der Streifung sind aus Fig. 4 zu ersehen.

Im Falle der  $c$ -Flächen, wenn man die Zone  $[bqc]$  parallel der Goniometeraxe justiert hat, herrschen in der Regel zwei Signalbilder aus dem Bündel vor, um  $20'$  getrennt und symmetrisch zur Symmetrieebene angeordnet, d. h. um  $40'$  an jeder Seite der Stellung eines wahren  $c$ -Bildes.

Fig. 4.



Diese letzte Stellung wird aber durch die Präcision der Bilder angedeutet, welche von den Flächen des Klinodomas  $q\{011\}$  reflectiert werden, und welche in den ausgewählten Krystallen immer vollkommen einfach und scharf waren; auch durch die Bilder von den Flächen des Klinopinakoids  $b\{010\}$ , welche an diesen vier Ammoniumsalzen besonders groß entwickelt sind. Diese beiden Formen sind ausnahmslos frei von vicinalen Flächen. Es scheint also, daß die vicinalen Flächen nicht nur allein gewissen Zonen folgen, sondern auch, daß nur gewisse Formen solcher Zonen sie zeigen. Wenn man die Zone  $[cr']$  justiert hatte, fand man die  $c$ -Bilder immer zuverlässig, sei es, daß sie aus vicinalen Flächen oder aus wahren Basisflächen bestanden; denn in dem ersteren Falle waren die Bilder des Bündels vertical über einander angeordnet und ihre schmalen centrischen Teile fielen identisch mit dem verticalen Spinnenfaden zusammen, wenn man irgend eins derselben justiert hatte. Da die  $r'$ -Flächen gewöhnlich gut waren bei den ausgewählten Krystallen, war der Winkel  $cr'$  also immer ganz genau bestimmbar.

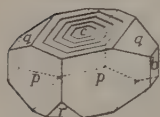
Die  $q$ -Flächen waren absolut vollkommen an den gemessenen Krystallen, so daß der Winkel  $qq$  in der Zone  $[bqc]$  innerer derselbe innerhalb sehr naher Grenzen war, und folglich wurde die theoretische Stellung der  $c$ -Ebene in der Mitte genau bestimmbar ( $cq = \frac{1}{2}qq$ ). Außerdem waren die  $c$ -Flächen selbst in wenigstens sechs Fällen unter den zehn oder mehr gemessenen Krystallen jedes Salzes ebenfalls vollkommen und lieferten einfache helle Signalbilder und keine Spur vicinaler Flächen. Diese vollkommenen  $c$ -Bilder hatten genau die theoretische Stellung innerhalb  $2'$ . Zum Beispiel im Falle des selensauren Ammonium-Magnesiums gaben sechs vollkommene  $c$ -Flächen mit den zwölf benachbarten auch vollkommenen  $q$ -Flächen zwölf Winkel, welche von  $25^{\circ}27'$  bis  $25^{\circ}34'$  variierten, eine Differenz von nur  $4'$ , und ihr Mittel,  $25^{\circ}29'$ , war identisch mit dem Mittelwerte von 38 Messungen (mit verschiedenen Flächen) des Winkels  $cq$ . Außerdem gaben in diesen Fällen die  $b\{010\}$ -Flächen auch einfache und helle Bilder bei genau  $90^{\circ}0'$  zu den  $c$ -Flächen.

Im Falle der Flächen von  $p\{110\}$  war das  $\{110\}$  entsprechende Bild immer vorhanden, gewöhnlich aber in einem Bündel, dessen zwei Grenzbilder nicht dazu symmetrisch waren, d. h. es war nicht das Mittelbild des

Bündels, und dies ist natürlich so, der Natur der Symmetrie wegen. Auch war es nicht in der Regel das hellste Bild, dieses letzte war bald an der einen Seite und bald an der anderen. Vollkommene  $p$ -Bilder wurden in den Fällen der besonders guten erwähnten Krystalle geliefert, und die erhaltenen Werte für den Winkel  $bp$  waren immer innerhalb ein oder zwei Minuten identisch.

Die wahre Stellung der  $p$ - und  $c$ -Flächen wird immer klar durch ein besonders zuverlässiges Bild angedeutet, welches man erhält, wenn der Krystall mit einer von diesen beiden Ebenen in Berührung mit dem Boden des Krystallisationsgefäßes gewachsen ist. Solche Berührungsflächen deuten sich immer an durch ihre Umrißlinien, wie in Fig. 2 für den Fall der oberen  $c$ -Fläche eines der Krystalle des schwefelsauren Ammonium-Zinks gezeigt wird, welche während des Wachstums gegen den Gefäßboden gelegen hatte.

Fig. 2.



Diese Umrißlinien sind infolge einer Erhebung des Krystalls während des Wachsens veranlaßt, mit eventueller Bildung einer hohlen, in Treppen angeordneten Pyramide, welche dadurch entsteht, daß der mittlere

Teil der Fläche sich nicht in Berührung mit mehr als einem dünnen Häutchen der gesättigten Lösung befindet, während der Rand in Berührung mit vieler Lösung liegt und volle Freiheit für die Ausscheidung der Salzteilchen besitzt. Es wird also eine Reihe seichter Treppen gebildet, deren horizontale streifenförmige und von den Umrißlinien begrenzte Oberflächen parallel der wachsenden Ebene sind, und die wichtigste Sache ist, daß sämtliche Contourstreifen, welche zusammen die ganze Fläche bilden, ein einfaches identisches Signalbild liefern.

Dieses Bild liegt, im Falle solcher  $c$ -Flächen, genau in der Zone  $[bqc]$ ; es ist exact in der Mitte zwischen den beiden  $q$ -Bildern orientiert und bietet keine Spur von vicinalen Flächen. Dieselbe Bemerkung gilt gleicherweise für solche  $p$ -Flächen, welche die Berührungsebenen gewesen sind, was ihre genaue Stellung in der Zone  $[bp]$  betrifft. In sämtlichen solchen Fällen findet man, daß die Werte für die Winkel  $cq$  und  $bp$  identisch mit dem Mittelwerte (d. h. dem wahren Werte, für diesen Winkel sind, und mit den Werten, welche von ausnahmsweise vollkommenen Krystallen geliefert werden.

Dadurch ist bewiesen, daß die Schlußfolgerungen des Verfs. keineswegs von dem Phänomen der vicinalen Flächen beeinflusst worden sind, und der Beweis wird absolut durch die Tatsache gemacht, daß die Messungen für die verschiedenen Salze auf streng vergleichbare Weise ausgeführt worden sind.

Hinsichtlich der richtigen Aufstellung von Krystallen hat v. Fedorow diese Zeitschr. 1902, 35, 129, die Meinung ausgedrückt, daß sowohl die

rhombischen einfachen Sulfate und Selenate  $R_{2\text{S}}^{\text{S}}\text{O}_4$ , wie auch die monosymmetrischen Doppelsulfate und Doppelselenate  $R_2M(\text{S}^{\text{S}}\text{O}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  von pseudohexagonalem Typus sind, und daß man sie als solche betrachten müßte, wenn man ihre topischen Axen berechnet. Die äußerst nahe Approximation der rhombischen Krystalle der einfachen Salzreihe zur wahren hexagonalen Symmetrie (die Differenz von  $60^\circ$  ist geringer als  $4^\circ$ ) macht die Voraussetzung v. Fedorows bei jenem Falle höchst wahrscheinlich, und daher hat Verf. ihre topischen Axenverhältnisse wieder auf jener Basis berechnet und die Resultate in der folgenden Mitteilung herausgegeben. Im Falle aber der monosymmetrischen Doppelsalze gibt es gar keine Approximation zum pseudohexagonalen Typus; der  $60^\circ$  entsprechende Winkel ist  $71^\circ$ — $73^\circ$  bei den verschiedenen Salzen. Man kann sie also nicht betrachten als wenn sie einem pseudohexagonalen Raumgitter entsprächen. Wulff (diese Zeitschr. 1904, **34**, 472) hat eine Aufstellung vorgeschlagen, welche auf der Annahme der Spaltungsrichtung als  $\{001\}$  anstatt  $\{201\}$  begründet ist. Wenn man aber diese Orientierung annimmt, gibt es keine entwickelte Orthopinakoidfläche  $\{100\}$ , und die Anordnung ist folglich nicht mehr befriedigend als die normale Anordnung, welche von Groth und vom Verf. angenommen worden ist. Folglich behält Verf. die gewöhnlich angenommene Aufstellung für den Zweck der topischen Axenverhältnisse, als auch für sämtliche andere Zwecke.

Damit gar keine Frage über die Genauigkeit der specifischen Gewichte des Verfs. entstehen dürfte, sind sämtliche Werte nicht nur mit Hilfe der genauesten Pyknometermethode, sondern auch der Schwebemethode Retgers (Zeitschr. f. phys. Chem. 1889, **3**, 289 und 497) bestimmt worden, indem man Methylenjodid und Benzol als Schwebeflüssigkeit angewandt hat. Diese Methode ist früher vom Verf. nicht angewandt worden, weil sie nicht direct verwendbar ist in dem Falle der einfachen Sulfate und Selenate von Rubidium und Cäsium; das leichteste von diesen Salzen (schwefelsaures Rubidium) ist etwas schwerer als Methylenjodid, die schwerste Flüssigkeit, welche ohne Wirkung auf die Salze ist. Sämtliche Doppelsalze aber sind leichter als Methylenjodid, so daß man die Mischung dieser Flüssigkeit mit Benzol anwenden kann.

Jedes der zwei Pyknometer, welcher bei sämtlichen Dichtigkeitsbestimmungen des Verfs. angewandt worden sind, wurde mit einer dicht geschliffenen Glaskappe versehen, welche während des Wägens (auf der genauesten Sartoriusschen Wage) dicht über den Capillärstöpsel festgedrückt gehalten wurde vermittelt einer Feder, welche einen Teil eines kleinen aus Draht construierten stützenden Gestelles bildet. Dadurch wurde irgend eine Verdunstung der angewandten Flüssigkeit (Tetrachlorkohlenstoff) ganz vermieden. Die Salze wurden immer nach dem Pulverisieren vorsichtigst getrocknet, bei Temperaturen, welche höher als die gewöhnlichen waren und nach der

Natur des Salzes variierten, und nur solches Pulver wurde angewandt, welches durch das Netz eines Siebes aus dem feinsten Platindrahtgeflecht durchging. Folglich war jede Spur von Mutterlauge entfernt worden, welche aus Höhlungen mittelst des Pulverisierens befreit worden war, und auch irgend ein noch üeberbleibendes Hohlräumchen auf ein Minimum vermindert. Außerdem ist jede Spur von Luft weggeschafft, indem man den Tetrachlorkohlenstoff, mit welchem das Pulver bedeckt worden war, im Sprengel'schen Vacuum während einer halben Stunde bei gewöhnlicher Temperatur zum Sieden gebracht hatte. Sämtliche Bestimmungen sind bei 20° C. ausgeführt worden, indem man das Pyknometer in ein Doppelwasserbad eintauchte, welches man auf diese Temperatur mit äußerster Langsamkeit erwärmt hatte. Die Resultate sind daher im strengsten Sinne vergleichbar.

Der einzig mögliche übrigbleibende Fehler ist derjenige, welcher durch minimale Beträge von Mutterlauge veranlaßt ist, welche noch in sehr kleinen Höhlungen in den Pulvertheilchen eingeschlossen sein kann, und die Frage ist, ob der Betrag dieses Fehlers merklich ist oder nicht. Wenn er nur auf die vierte Decimale einwirkt, kann man ihn aus der Rechnung lassen, weil er weniger beträgt als die Differenzen zwischen verschiedenen Krystallen. Wenn er aber die dritte Decimale berührt, wird er von Wichtigkeit. Da die Schwebemethode Resultate geliefert hat, welche in den von Retgers untersuchten Fällen um ein oder zwei Einheiten der dritten Decimale höher sind, hat man angenommen, daß die genaueste Pyknometermethode einem solchen Einflusse auf die dritte Decimale unterworfen ist. Andererseits ist der mögliche Fehler der Schwebemethode der entgegengesetzte, indem die Resultate etwas zu hoch sind wegen des Verlustes durch Verdunstung des leichter flüchtigen Bestandtheiles (Benzol in diesem Falle) während des Intervalls zwischen der Schwebung und der Bestimmung des specifischen Gewichtes der flüssigen Mischung, sogar wenn man mit maximaler Geschwindigkeit arbeitet. Es ist vom Verf. aber ratsam betrachtet worden, die specifischen Gewichte mit Hilfe der Schwebemethode wieder zu bestimmen und die Resultate mit den Pyknometerresultaten zu vergleichen. Die Arbeitsmethode des Verfs. ist wie folgt.

Das besonders reine Methylenjodid von der Firma Merck war nur sehr schwach gelb und wurde so gehalten, indem man es im Dunkeln aufbewahrte und nur abends damit arbeitete. Für die Darstellung der Mischung von Methylenjodid und Benzol, welche dasselbe specifische Gewicht wie die schwersten der sehr kleinen angewandten Krystallen besitzen sollte, wurden ca. 8 ccm Methylenjodid in einen sehr kleinen Scheidetrichter mit cylindrischem Kölbchen von 20 ccm Inhalt übertragen. Die zehn oder mehr vollkommenen, vorher zur goniometrischen Arbeit angewandten kleinen Krystalle, welche sich wahrscheinlich als die am meisten von Höhlungen freien erwiesen hatten, wurden hineingebracht und schwammen auf der Oberfläche



des Methylenjodids. Alsdann ließ man Benzol von einem noch kleineren Tropftrichter hineinfallen, bis die Krystalle nach der Erschütterung nur langsam die Oberfläche wieder erreichten; hierauf wurde eine weitere Hinzufügung von Benzol immer um einen kleinen Tropfen gemacht und jedesmal heftig geschüttelt. Sobald das gewünschte Gleichgewicht erhalten war, ersetzte man den Stöpsel durch einen centriscb gebohrten Kork, welcher ein auf  $0,1^{\circ}$  ablesbares Thermometer trug, so angeordnet, daß sein Kölbchen sich vollkommen in der Flüssigkeit eingetaucht befand. Wenn Temperaturgleichgewicht eingetreten war, sollte der schwerste Krystall irgendwo in der Flüssigkeit schweben, ohne sich zu erheben oder zu sinken. Die Temperatur des Zimmers sollte in der Nähe von  $20^{\circ}$  sein, und eher etwas niedriger als höher. Denn sämtliche Resultate sind für die constante Temperatur von  $20^{\circ}$  dargestellt, indem man die Bestimmungswerte auf  $20^{\circ}$  mit Hilfe des Ausdehnungscoefficienten der Krystalle reducierte.

Sobald als man die Temperatur der Flüssigkeitsmischung abgelesen hatte, ließ man die letztere in einem der Pyknometer so schnell wie möglich herausfließen, indem man das Hähnchen vollständig öffnete, bis das Pyknometer ganz voll war, um den zweiten Prozeß der Bestimmung, die Ausmittlung des specifischen Gewichtes der Flüssigkeitsmischung, auszuführen. Man setzte den Stöpsel wieder in den Hals des Pyknometers und trocknete das Gefäß mit einem Tuche so schnell wie möglich und ohne Berührung des Gefäßes selbst mit den Fingern, richtete die Kappe in Stellung ein, sowie auch das ganz Pyknometer in seinem federnden Gestelle und trug das ganze Gestell und seinen Inhalt sogleich zur Wage über. Schnelligkeit ist höchst wichtig bei dieser Behandlung.

Sämtliche Wägungen sind für die verdrängte Luft corrigiert worden. Was die Ausdehnungscoefficienten betrifft, so nimmt Retgers 0,0004 für Salzkrystalle im allgemeinen an. Dieses stimmt völlig mit den Resultaten der directen Bestimmungen des Verfs. für die thermischen Ausdehnungscoefficienten der normalen Alkalisulfate (diese Zeitschr. 1899, 31, 448) überein. Denn die wirklichen kubischen Ausdehnungscoefficienten bei irgend einer Temperatur  $t$  sind wie folgt gefunden worden:

für schwefelsaures Kalium	0,00040475 + 0,0000001396 $t$ ,
-        -        Rubidium	0,00040344 + 0,0000001534 $t$ ,
-        -        Cäsium	0,00040170 + 0,0000001620 $t$ .

Die Correction per Grad also ist 0,0004 mit dem specifischen Gewichte des Salzes multipliciert.

Vier Bestimmungen sind mit der Schwebemethode für jedes Salz ausgeführt worden, und der Mittelwert dieser, zur nächsten Einheit der dritten Decimale abgerundet, ist für die wahre Dichtigkeit angenommen worden. Es wird aus den Resultaten klar hervorgehen, daß dieser Mittelwert im



allgemeinen um zwei Einheiten der dritten Decimale höher ist als der Mittelwert der Pyknometerbestimmungen mit dem gepulverten Salze. Also ist es wahrscheinlich, daß die letztere Methode in der Tat trotz aller Vorsichtsmaßregeln von der Anwesenheit von Hölhlungen beeinflusst ist. Dieses wird von dem Falle eines ausnahmsweise trüben Salzes, des selensauren Ammonium-Zinks, bestätigt, für welches die Differenz nicht weniger als 0,005 höher für die Schwebemethode ist.

Damit die Vergleichenungen sämtlicher das spezifische Gewicht berührenden Constanten streng gültig seien, sind neue Bestimmungen der spezifischen Gewichte mit der Schwebemethode der analogen Kalium-, Rubidium- und Cäsiumsalze in dieser Mitteilung auch eingeschlossen.

### Schwefelsaures Ammonium-Magnesium $(NH_4)_2 Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

Eine Bestimmung von Magnesium in 4,0900 g einer Probe der angewandten Krystalle gab als Resultat 0,3464 g Magnesiumpyrophosphat, welches 6,86 % Magnesium entspricht. Berechnet 6,67.

#### Goniometrie.

Elf Krystalle von ausnahmsweiser Vollkommenheit und geringer Größe wurden aus vier vorzüglichen Krystallisationen ausgewählt. Mehr als einhundert Krystallisationen wurden dargestellt.

Axenverhältnis:  $a : b : c = 0,7400 : 1 : 0,4948$ .

Axenwinkel:  $\beta = 72^\circ 54'$ .

Habitus: kurzprismatisch. Prismen von dem Klinopinakoid und primären Prisma gebildet.

Beobachtete Formen:  $b\{010\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $p\{110\}$ ,  $p'''\{130\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $r'\{201\}$ ,  $o\{111\}$ ,  $o'\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ ,  $n\{121\}$ .

Die Resultate sind in der begleitenden Tabelle gegeben.

Fig. 3.

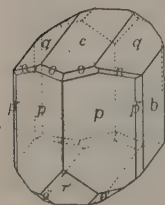
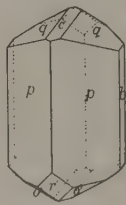


Fig. 4.



Die Krystalle der angewandten Krystallisationen waren gewöhnlich entweder von dem Typus Fig. 3 oder demjenigen, welcher in Fig. 4 repräsentiert ist. Beide sind durch die vorherrschende Entwicklung der Prismenzone ausgezeichnet. Die Flächen des Klinopinakoids  $b\{010\}$  in dieser Zone variierten aber beträchtlich, von einem Streifen bis zu einer breiten Ebene, und

häufig variierten an demselben Krystalle die zwei Flächen in dieser Weise.

Die Signalbilder von dieser Form waren immer befriedigend und öfters ganz vollkommen. Die Flächen des primären Prismas  $p\{110\}$  waren immer

groß entwickelt, und obgleich sie an der Mehrzahl der Krystalle der angewandten Krystallisationen von Streifung beeinflusst waren, infolge vicinaler Flächen, so waren doch die ausgewählten Krystalle frei von dieser Unvollkommenheit und ihre Signalbilder einfach, scharf und hell. In einem Falle war eine  $p$ -Fläche die Berührungsebene mit dem Boden des Krystallisationsgefäßes und das Signalbild war, wie gewöhnlich in solchen Fällen, einfach und vollkommen: der Wert des entsprechenden Winkels  $bp$  war genau gleich dem in der Tabelle gegebenen Mittelwerte.

Die zwei in den Figuren repräsentierten Krystallarten zeigen ihre größte Verschiedenheit, was die Entwicklung der Basis  $c\{001\}$  betrifft, welche von einer breiten Fläche bis zu einem schmalen Streifen, beinahe einer Linie, variierte. Die Flächen dieser Form waren besonders gute Beispiele in der Mehrzahl der Krystalle irgend einer Krystallisation für das Auftreten von zwei vicinalen Flächen symmetrisch zur Symmetrieebene, anstatt der wahren Basis senkrecht der Symmetrieebene. Auf den elf ausgewählten Krystallen aber war dieses auf ein Minimum reduziert, und mehrere der Krystalle lieferten einfach  $c$ -Bilder genau senkrecht zur Symmetrieebene. Bei einem interessanten Falle wurden drei Bilder von einer der zwei  $c$ -Flächen in der Zone  $[cq b]$  geliefert, von welchen das centrische Bild genau in der Mitte zwischen den beiden  $q$ -Bildern war, während die zwei anderen Bilder gleich entfernt von diesem centrischen Bilde waren, wenige Minuten auf jeder Seite davon. Also war dieses ein Fall der gleichzeitigen Anwesenheit der wahren Basis und eines Paares vicinaler Flächen.

Die Flächen des Klinodomas  $q\{011\}$  waren immer vortrefflich und lieferten einfache, helle Signalbilder, besonders für die Bestimmung der Winkel  $bq = (010) : (011)$  und  $qq = (011) : (0\bar{1}1)$  geeignet. Es wird klar aus der Tabelle hervorgehen, daß der Mittelwert sämtlicher  $cq$ -Messungen,  $25^{\circ}11'$ , genau gleich dem Complement des mittleren gemessenen  $bq = 64^{\circ}49'$  war, betreffs dessen es gar keinen Zweifel gibt. Also sind die Messungen absolut unberührt von dem Phänomen vicinaler Flächen, welches von der Basis gezeigt wird.

Gar keine Flächen des Orthopinakoids  $a\{100\}$  sind je beobachtet worden. Das Orthodoma  $r'\{201\}$  war in der Regel vorhanden, und gewöhnlich war eine seiner Flächen viel größer als die andere. Die  $o'\{\bar{1}11\}$ -Flächen waren gewöhnlich klein, aber sie gaben gute Reflexbilder. Vier gute, aber kleine Flächen der selteneren Pyramide  $o\{111\}$  wurden auch auf drei der gemessenen Krystalle beobachtet, und endlich wurden auch Flächen des Prismas  $p'''\{130\}$  und der Pyramide  $n\{121\}$  an einem dieser Krystalle entdeckt.

Morphologische Winkel des schwefelsauren Ammonium-  
Magnesiums.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$ac = (400):(004)$	—	—	—	72° 54'	—
$as = (400):(104)$	—	—	—	44 54	—
$sc = (104):(004)$	—	—	—	28 0	—
$cr' = (004):(\bar{2}04)$	13	64° 25' — 64° 32'	64° 29'	64 25	4'
$cs' = (004):(\bar{1}04)$	—	—	—	38 19	—
$s'r' = (\bar{1}04):(\bar{2}04)$	—	—	—	26 6	—
$r'a = (\bar{2}04):(\bar{1}00)$	—	—	—	42 44	—
$r'c = (\bar{2}04):(\bar{0}0\bar{4})$	12	115 26 — 115 34	115 34	115 35	4
$ap = (400):(110)$	—	—	—	35 16	—
$pp' = (110):(120)$	—	—	—	19 28	—
$p'b = (120):(010)$	—	—	—	35 16	—
$pp''' = (110):(130)$	4	—	29 26	29 29	3
$p'''b = (130):(010)$	4	—	25 18	25 15	3
$pb = (110):(010)$	39	54 35 — 54 50	54 44	*	—
$pp = (110):(\bar{1}\bar{1}0)$	19	70 25 — 70 46	70 34	70 32	2
$eq = (004):(011)$	40	25 4 — 25 16	25 11	25 11	0
$qb = (011):(010)$	40	64 43 — 64 56	64 49	*	—
$qo = (100):(111)$	—	—	—	48 0	—
$oq = (111):(011)$	—	—	—	26 34	—
$aq = (100):(011)$	—	—	—	74 34	—
$qo' = (011):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	—	—	—	34 38	—
$o'a = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}00)$	—	—	—	70 48	—
$eo = (004):(111)$	4	33 25 — 33 39	33 32	33 33	1
$op = (111):(110)$	4	42 23 — 42 43	42 35	42 34	1
$ep = (004):(110)$	32	76 1 — 76 17	76 7	*	—
$po' = (110):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	—	—	—	59 22	—
$o'e = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{0}0\bar{4})$	—	—	—	44 34	—
$pe = (110):(\bar{0}0\bar{4})$	34	103 44 — 104 2	103 52	103 53	1
$bn = (010):(121)$	4	—	54 56	55 1	5
$no = (121):(111)$	1	—	15 47	15 42	5
$bo = (010):(111)$	2	70 37 — 70 51	70 44	70 43	1
$os = (111):(104)$	—	—	—	49 17	—
$bo' = (010):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	7	65 19 — 65 28	65 22	65 22	0
$o's' = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}04)$	—	—	—	24 38	—
$o'o' = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	3	49 9 — 49 24	49 16	49 16	0

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$sq = (101) : (011)$	—	—	—	$36^{\circ} 58'$	—
$qp = (011) : (\bar{1}10)$	40	$88^{\circ} 11' - 88^{\circ} 29'$	$88^{\circ} 24'$	$88^{\circ} 22'$	$4'$
$ps = (\bar{1}10) : (\bar{1}0\bar{1})$	—	—	—	$54^{\circ} 40'$	—
$pq = (\bar{1}10) : (0\bar{1}\bar{1})$	40	$91^{\circ} 33' - 91^{\circ} 49'$	$91^{\circ} 39'$	$91^{\circ} 38'$	$1'$
$s'q = (\bar{1}01) : (011)$	—	—	—	$44^{\circ} 46'$	—
$qn = (011) : (121)$	1	—	$25^{\circ} 58'$	$26^{\circ} 2'$	$4'$
$np = (121) : (110)$	1	—	$36^{\circ} 28'$	$36^{\circ} 24'$	$4'$
$qp = (011) : (110)$	40	$62^{\circ} 18' - 62^{\circ} 38'$	$62^{\circ} 26'$	$62^{\circ} 26'$	$0'$
$ps' = (110) : (10\bar{1})$	—	—	—	$72^{\circ} 48'$	—
$pq = (110) : (0\bar{1}\bar{1})$	40	$117^{\circ} 23' - 117^{\circ} 44'$	$117^{\circ} 34'$	$117^{\circ} 34'$	$0'$
$r'o' = (\bar{2}01) : (\bar{1}11)$	—	—	—	$35^{\circ} 17'$	—
$o'p = (\bar{1}11) : (110)$	—	—	—	$91^{\circ} 36'$	—
$pr' = (110) : (20\bar{1})$	33	$52^{\circ} 53' - 53^{\circ} 14'$	$53^{\circ} 5'$	$53^{\circ} 7'$	$2'$
$r'p = (\bar{2}01) : (110)$	32	$126^{\circ} 45' - 127^{\circ} 5'$	$126^{\circ} 55'$	$126^{\circ} 53'$	$2'$

Gesamtzahl der Messungen: 477.

Murmann und Rotter (l. c.) geben  $ac (\beta) = 72^{\circ} 54'$ ,  $cr' = 64^{\circ} 47'$ ,  $pb = 54^{\circ} 52'$ ,  $pp = 70^{\circ} 22'$ ,  $cq = 25^{\circ} 17'$ ,  $cp = 76^{\circ} 6'$ ,  $r'o' = 35^{\circ} 19'$  und  $pr' = 53^{\circ} 9'$ . Auch für das Axenverhältnis:

$$a : b : c = 0,7376 : 1 : 0,4891.$$

Spaltungsrichtung. Eine vortreffliche Sparbarkeit ist parallel dem Orthodoma  $r'\{\bar{2}01\}$  entwickelt, wie in sämtlichen Salzen der Reihe.

Es scheint auch, als wenn es eine andere Spaltungsrichtung parallel der Symmetrieebene  $b\{010\}$  gibt, denn während der Darstellung einer Schnittplatte parallel der Symmetrieebene im Falle eines großen Krystalls mit Hilfe des Schneid- und Schleifgoniometers kam es vor, daß, wenn man den letzten Schnitt (nach der zweiten Fläche) machte, das Krystallende in der Fortsetzung des Schnittes weiter brach, sobald das Schneiderad halbwegs in den Krystall eingedrungen war. Wenn man den Bruch untersuchte, fand man, daß vortreffliche Flächen der Symmetrieebene vorlagen, auf dem abgeschnittenen Krystallende sowohl als auf der so plötzlich vollendeten Schnittplatte.

In jedem Falle lieferte der Bruch ein vollkommenes Signalbild, genau in der richtigen Stellung für die Symmetrieebene.

#### Volum.

Specificsches Gewicht. Die folgenden vier Bestimmungen sind mit der Pyknometermethode ausgeführt worden mit unabhängigem Material.

Angewandte Salzmenge: — Spec. Gew. bei  $20^{\circ}/4^{\circ}$ :

3,2298	1,7213	} Mittel: 1,7210
3,4132	1,7200	
3,0623	1,7219	
2,9687	1,7206	

Die folgenden anderen vier Bestimmungen sind mit Hilfe der Schwebemethode ausgeführt worden mit den kleinen vollkommenen Krystallen, welche in der goniometrischen Arbeit angewandt worden waren und welche sich als ausgezeichnet frei von Mutterlaugenhöhlungen erwiesen, als man sie unter dem Mikroskope untersuchte.

		Für $20^{\circ}/4^{\circ}$
Für $19,2^{\circ}/4^{\circ}$	1,7236	1,7235
- $17,3^{\circ}/4^{\circ}$	1,7222	1,7218
- $17,3^{\circ}/4^{\circ}$	1,7223	1,7219
- $19,0^{\circ}/4^{\circ}$	1,7228	1,7227
		Mittel: 1,7225

Der Wert für  $20^{\circ}/4^{\circ}$  ist daher als 1,723 angenommen.

Die Resultate von früheren Bestimmungen sind wie folgt: Playfair und Joule (Mem. Chem. Soc. 1845, 2, 401 und Journ. Chem. Soc. 1849 1, 438) 1,7169; Schiff (Ann. Chem. Pharm. 1858, 107, 64) 1,680; Schröder (Journ. prakt. Chem. 1879 (II), 19, 266) 1,723 und 1,727; Perrot (Arch. Sci. phys. nat. 1891, 25, 26) 1,721.

$$\text{Molekularvolum. } \frac{M}{d} = \frac{358,00}{1,723} = 207,78.$$

Topische Axenverhältnisse.

$$\chi : \psi : \omega = 6,2320 : 8,4217 : 4,4418.$$

#### Optische Eigenschaften.

Orientierung der Axen des optischen Ellipsoids. Die Symmetrieebene ist die optische Axenebene. Das Zeichen der Doppelbrechung ist positiv.

Ein Paar von Schnittplatten, parallel zur Symmetrieebene geschliffen, lieferten die folgenden Auslöschungsrichtungen:

Platte 1	$42^{\circ}10'$	hinter der Normale zu $c\{001\}$
- 2	$42^{\circ}5'$	- - - - -
	Mittel: $42^{\circ}8'$	

Also ist die zweite Mittellinie, welche dieser Auslöschungsrichtung entspricht,  $4^{\circ}58'$  zur verticalen krystallographischen Axe  $c$  geneigt, denn der Winkel  $\beta$  der Axen  $ac$  ist  $72^{\circ}54'$ . Die beiden Mittellinien liegen in dem stumpfen Winkel  $ac$ , und die erste Mittellinie ist  $42^{\circ}8'$  zur Axe  $a$  geneigt.



Murmann und Rotter geben  $12^{\circ}15'$  hinter der Normale zu (001) als die Stellung der zweiten Mittellinie [ $\alpha$ : (001)] und Topsøe und Christiansen geben  $11^{\circ}11'$  an.

Brechungsexponenten. Die folgenden sind die Resultate mit sechs Prismen, von welchen jedes so geschliffen wurde, daß es zwei Brechungsexponenten direct lieferte.

Brechungsexponenten von schwefelsaurem Ammonium-Magnesium.

Index:	Natur des Lichtes:	Prismen 1 und 2:	Prismen 3 und 4:	Prismen 5 und 6:	Mittlere Brech-Exp.:	Werte von Topsøe u. Christians.:
$\alpha$	$\left\{ \begin{array}{l} Li \\ C \\ Na \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4688-4 \\ 1,4692-88 \\ 1,4719-6 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} — \\ — \\ — \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4686-4 \\ 1,4689-7 \\ 1,4716-4 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4685 \\ 1,4689 \\ 1,4716 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} — \\ 1,4698 \\ 1,4717 \end{array} \right.$
Schwingungsrichtung parallel der zweiten Mittellinie	$\left\{ \begin{array}{l} Tl \\ F \\ G \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4742-0 \\ 1,4773-0 \\ 1,4817-1 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} — \\ — \\ — \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4740-38 \\ 1,4772-0 \\ 1,4815-3 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4740 \\ 1,4771 \\ 1,4814 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} — \\ 1,4774 \\ — \end{array} \right.$
$\beta$	$\left\{ \begin{array}{l} Li \\ C \\ Na \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4701-698 \\ 1,4705-2 \\ 1,4730-27 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4702-4 \\ 1,4705-8 \\ 1,4731-2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} — \\ — \\ — \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4701 \\ 1,4705 \\ 1,4730 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} — \\ 1,4707 \\ 1,4728 \end{array} \right.$
Schwingungsrichtung parallel der Symmetrie-axe $b$	$\left\{ \begin{array}{l} Tl \\ F \\ G \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4755-1 \\ 1,4784-3 \\ 1,4829-8 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4756-9 \\ 1,4787-9 \\ 1,4832-5 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} — \\ — \\ — \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4755 \\ 1,4786 \\ 1,4831 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} — \\ 1,4787 \\ — \end{array} \right.$
$\gamma$	$\left\{ \begin{array}{l} Li \\ C \\ Na \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} — \\ — \\ — \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4758-9 \\ 1,4761-3 \\ 1,4787-9 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4754-2 \\ 1,4758-6 \\ 1,4784-3 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4756 \\ 1,4760 \\ 1,4786 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} — \\ 1,4751 \\ 1,4791 \end{array} \right.$
Schwingungsrichtung parallel der ersten Mittellinie	$\left\{ \begin{array}{l} Tl \\ F \\ G \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} — \\ — \\ — \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4813-4 \\ 1,4842-6 \\ 1,4888-93 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4810-06 \\ 1,4840-0 \\ 1,4886-5 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,4811 \\ 1,4842 \\ 1,4888 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} — \\ 1,4837 \\ — \end{array} \right.$

Der Mittelwert von  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  für  $Na$ -Licht =  $1,4744$ .

Die von Topsøe und Christiansen gefundenen Brechungsexponenten sind in der letzten Colonne der Tabelle gegeben, aber nur ihre  $\beta$ -Werte sind direct bestimmt worden.

Der mittlere Brechungsexponent  $\beta$ , für das Vacuum corrigiert (die Correction = 0,0004), ist durch die folgende Formel ausgedrückt für irgend eine Wellenlänge  $\lambda$ , und zwar absolut bis zur grünen Thalliumlinie des Spectrums und approximativ jenseits derselben nach dem violetten Ende:

$$\beta = 1,4581 + \frac{634490}{\lambda^2} - \frac{358680000000}{\lambda^4} + \dots$$

Die  $\alpha$ -Exponenten werden auch mit ähnlicher Genauigkeit wiedergegeben, wenn man die Constante 1,4581 um 0,0015 vermindert, und die  $\gamma$ -Werte, wenn man dieselben um 0,0056 vergrößert.

Veränderung der Refraction durch Temperaturerhöhung. Die folgende Tabelle repräsentiert die Resultate von Bestimmungen bei 70° mit zwei der Prismen.

Brechungsexponenten von schwefelsaurem Ammonium-Magnesium bei 70°.

Natur des Lichtes:	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
<i>Li</i>	1,4674	1,4684	1,4737
<i>C</i>	1,4675	1,4688	1,4744
<i>Na</i>	1,4700	1,4712	1,4767
<i>Th</i>	1,4725	1,4736	1,4792
<i>F</i>	1,4757	1,4766	1,4823

Diese Werte sind niedriger als diejenigen für die gewöhnliche Temperatur um 0,0015 für  $\alpha$ , 0,0018 für  $\beta$  und 0,0019 für  $\gamma$ .

Axen des optischen Ellipsoids. Die berechneten Werte dieser Constanten sind wie folgt:

Axen der optischen Indicatrix:

$$\alpha : \beta : \gamma = 0,9994 : 1 : 1,0038.$$

Axen des optischen Velocitätsellipsoids:

$$a : b : c = 1,0009 : 1 : 0,9962.$$

Molekulare optische Constanten. Wenn man das spezifische Gewicht anwendet, welches mit Hilfe der Schwebemethode bestimmt worden ist, berechnen sich diese Constanten wie folgt:

Axe der optischen Indicatrix:	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
Specifische Refraction $\frac{n^2 - 1}{(n^2 + 2)d} = n$	$\left\{ \begin{array}{l} C \\ G \end{array} \right.$	0,4616 0,4653	0,4624 0,4658	0,4637 0,4675
Molekulare Refraction $\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{d} = m$	$\left\{ \begin{array}{l} C \\ G \end{array} \right.$	57,85 59,17	58,02 59,35	58,60 59,95
Specifische Dispersion $n_G - n_C$		0,0037	0,0037	0,0038
Molekulare Dispersion $m_G - m_C$		4,32	4,33	4,35
Molekulare Refraction $\frac{n - 1}{d} M$	$C$	97,43	97,76	98,90

Optischer Axenwinkel. Die folgenden Resultate sind mit drei vortrefflichen Paaren von Schnittplatten erhalten worden, welche senkrecht zu der ersten bzw. zweiten Mittellinie geschliffen worden waren. Alle lieferten sehr enge Ringe und scharfe Hyperbeln.

Scheinbarer Winkel in Luft von schwefelsaurem Ammonium-Magnesium.

Licht:	Platte 1	Platte 2	Platte 3	Mittel 2E
<i>Li</i>	79° 4'	79° 45'	79° 32'	79° 46'
<i>C</i>	79 0	79 44	79 34	79 15

Licht:	Platte 4	Platte 2	Platte 3	Mittel 2E
Na	78°56'	79°40'	79°27'	79°44'
Tl	78 42	78 59	79 42	78 58
F	78 48	78 44	78 46	78 36

Bestimmung des wahren optischen Axenwinkels von schwefelsaurem Ammonium-Magnesium.

Licht:	Nr. der Platte senkr. zur ersten Mittellinie:	Beobachtet 2H <sub>a</sub>	Nr. der Platte senkr. zur zweiten Mittellinie:	Beobachtet 2H <sub>o</sub>	Berechnet 2V <sub>a</sub>	Mittel 2V <sub>a</sub>
Li	1	45°42'	1a	406°45'	54°44'	54°20'
	2	45 24	2a	406 35	54 22	
	3	45 23	3a	406 28	54 26	
C	1	45 40	1a	406 44	54 40	54 48
	2	45 48	2a	406 30	54 20	
	3	45 20	3a	406 24	54 24	
Na	1	44 54	1a	406 5	54 5	54 44
	2	44 56	2a	406 0	54 8	
	3	45 5	3a	405 47	54 20	
Tl	1	44 34	1a	405 34	50 54	54 2
	2	44 38	2a	405 28	54 0	
	3	44 45	3a	405 45	54 42	
F	1	43 44	1a	404 35	50 26	50 36
	2	43 57	2a	404 35	50 38	
	3	44 4	3a	404 35	50 44	

Topsøe und Christiansen (loc. cit.) fanden 78°45' für 2E und 50°40' für 2V<sub>a</sub>. Murmann und Rotter geben 77°30' für 2E und 50°22' für 2V<sub>a</sub>.

Frühere Werte für den wahren Winkel sind diejenigen von Brewster 54°22' und de Sénarmont 54°4'.

Dispersion der Mittellinien. Diese ist bestimmt worden mit jeder der zur ersten Mittellinie senkrechten Schnittplatten durch Eintauchen in Terpentinöl, dessen Brechungsexponent beinahe derselbe wie der Mittel-exponent der Krystalle ist. Die erste Mittellinie liegt um 47' im Mittel näher an der morphologischen Axe *a* für rotes C-Licht als für grünlich-blaues F-Licht. Die drei erhaltenen Werte waren 48', 47' und resp. 46'.

Wirkung einer Temperaturerhöhung auf den optischen Axenwinkel. Messungen bei 75° (für Wärmeleitung des Krystallhalters corrigiert) gaben die folgenden Resultate für die zwei Enden des Spectrums:

2E bei 75°. Für Lithiumlicht 74°40' und für F-Licht 70°40'.

Also vermindert sich 2E um 7°36' für Li-Licht und um 8°26' für F-Licht, wenn man den Krystall von der gewöhnlichen (um 45°) Temperatur

bis  $75^\circ$  erwärmt. Diese Temperaturerhöhung wird auch von einer Zunahme um  $50'$  (zwischen  $Li$  und  $P$ ) in der Dispersion begleitet.

24 Stunden nach der Abkühlung fand man, daß der Wert von  $2E$  beständig um etwas mehr als einen halben Grad reduziert worden war infolge der Erhitzung.

### Schwefelsaures Ammonium-Zink $(NH_4)_2 Zn(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

Eine Bestimmung des Gehaltes an Zink in einer Probe der angewandten Krystalle gab das folgende Resultat: 4,0577 g Krystalle lieferte 0,2122 g Zinkoxyd, entsprechend 46,40 % Zink. Berechnet 46,24.

#### Goniometrie.

Zehn ausgewählte Krystalle sind gemessen worden, welche fünf verschiedenen sehr vorsichtig ausgewählten Krystallisationen angehörten.

Axenverhältnis:  $a:b:c = 0,7368:1:0,4997$ .

Axenwinkel:  $\beta = 73^\circ 8'$ .

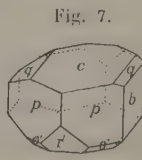
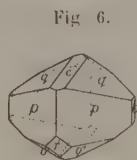
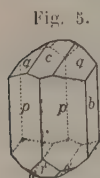
Habitus: Dickprismatisch zu tafelförmig.

Beobachtete Formen:  $b\{040\}$ ,  $c\{004\}$ ,  $p\{110\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $o\{111\}$ ,  $o'\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ ,  $n\{121\}$ ,  $r'\{\bar{2}01\}$ .

Die begleitende Tabelle gibt die Messungsergebnisse.

Die gemessenen Krystalle repräsentieren gleichmäßig die verschiedenen typischen Arten, welche unter sämtlichen zahlreichen dargestellten Krystallisationen gefunden worden

sind, und drei charakteristische Proben sind in den Figg. 5, 6 und 7 wiedergegeben.



In dem Typus von Fig. 5 ist der Habitus deutlich prismatisch nach der Prismenzone, und es gibt nicht nur große Flächen des primären Prismas  $p\{110\}$ , sondern auch ziemlich große Flächen des Klinopinakoids  $b\{040\}$ . Er ist weiter durch die annähernd gleiche Entwicklung der Basis  $c\{004\}$  und des Klinodomas  $q\{011\}$  ausgezeichnet.

Der Typus, welcher in Fig. 6 repräsentiert wird, ist viel flacher wegen der kürzeren Ausbildung des primären Prismas. Er zeigt nur Streifen der Klinopinakoidflächen, relativ große Flächen aber des Klinodomas, und ist in der Tat prismatisch nach dieser Form. Er ist auch durch eine ungewöhnlich große Entwicklung der Flächen der Hemipyramide  $o'\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$  charakterisiert.

Der dritte in Fig. 7 illustrierte Typus ist durch die relativ große Entwicklung der Basis ausgezeichnet und wegen der Verkürzung der primären Prismenzone wird er beinahe tafelförmig nach der Basis.

Die relative Entwicklung der Flächen des Orthodomas  $r'\{\bar{2}01\}$  variierte ebenfalls, wie in Fig. 6 und 7 gezeigt wird. Niemals sind Flächen des Orthopinakoids beobachtet worden. Kleine Flächen der primären Hemipyramide  $o\{111\}$  wurden an zwei der gemessenen Krystalle beobachtet, und eine vortreffliche Fläche der Hemipyramide  $n\{121\}$  trat an einem der größeren in der optischen Arbeit angewandten Krystalle auf.

Mehrere der gemessenen Krystalle lieferten vollkommene Signalbilder von den beiden Klinopinakoidflächen, sämtlichen vier Klinodomenflächen, allen vier primären Prismenflächen und den beiden Orthodomenflächen.

Vier unter ihnen gaben auch vollkommene einfache Signalbilder von den Basisflächen, genau in der Mitte zwischen den beiden  $q$ -Bildern. Einige der anderen Krystalle zeigten auffallende Beispiele eines Paares von Bildern zweier vicinaler Flächen, welche die Basis ersetzten.

Wenn irgend eine Zweideutigkeit dieser Art vorhanden war, ist der Halbwinkel  $qq$  für den Wert von  $eq$  angenommen, denn die  $q$ -Bilder waren immer vortrefflich bei den gemessenen Krystallen. Diese Halbwerte  $qq$  waren immer praktisch identisch mit den gemessenen  $eq$ -Werten in den Fällen, wo vollkommene  $c$ -Bilder geliefert wurden.

#### Morphologische Winkel von schwefelsaurem Ammonium-Zink.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$ac = (100):(001)$	—	—	—	73° 8'	—
$as = (100):(101)$	—	—	—	44 40	—
$sc = (101):(001)$	—	—	—	28 28	—
$cr' = (001):\bar{(2}01)$	46	64° 51' — 64° 59'	64° 54'	64 56	2'
$cs' = (001):\bar{(1}01)$	—	—	—	38 55	—
$s'r' = \bar{(1}01):\bar{(2}01)$	—	—	—	26 1	—
$r'a = \bar{(2}01):\bar{(1}00)$	—	—	—	44 56	—
$r'c = \bar{(2}01):(00\bar{1})$	46	445 0 — 445 10	445 6	445 4	2
$ap = (100):(110)$	—	—	—	35 13	—
$pp' = (110):(120)$	—	—	—	19 28	—
$p'b = (120):(010)$	—	—	—	35 19	—
$pb = (110):(010)$	36	54 40 — 54 54	54 47	*	—
$pp = (110):(1\bar{1}0)$	47	70 18 — 70 34	70 27	70 26	1
$eq = (001):(011)$	39	25 26 — 25 37	25 33	*	—
$qb = (011):(010)$	39	64 22 — 64 36	64 27	64 27	0
$ao = (100):(111)$	—	—	—	47 52	—
$oq = (111):(011)$	—	—	—	26 57	—
$aq = (100):(011)$	—	—	—	74 49	—
$qo' = (011):\bar{(1}11)$	—	—	—	35 5	—
$o'a = \bar{(1}11):\bar{(1}00)$	—	—	—	70 6	—



	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$co = (001):(111)$	5	34° 0' — 34° 4'	34° 2'	33° 57'	5'
$op = (111):(110)$	3	42 12 — 42 17	42 15	42 20	5
$cp = (001):(110)$	39	76 8 — 76 23	76 17	*	—
$po' = (110):(11\bar{1})$	24	58 34 — 58 50	58 40	58 38	2
$o'c = (11\bar{1}):(00\bar{1})$	20	44 57 — 45 9	45 3	45 5	2
$pc = (110):(00\bar{1})$	39	103 36 — 103 50	103 43	103 43	0
$bn = (010):(121)$	4	—	54 57	54 54	3
$no = (121):(111)$	4	—	45 50	45 45	5
$bo = (010):(111)$	—	—	—	70 39	—
$os = (111):(101)$	—	—	—	49 24	—
$bo' = (010):(\bar{1}11)$	5	65 7 — 65 12	65 9	65 9	0
$o's' = (\bar{1}11):(\bar{1}01)$	—	—	—	24 51	—
$o'o' = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	4	—	49 43	49 42	1
$sq = (101):(011)$	—	—	—	37 34	—
$qp = (011):(\bar{1}10)$	38	87 52 — 88 12	88 1	88 0	1
$ps = (\bar{1}10):(\bar{1}0\bar{1})$	—	—	—	54 29	—
$pq = (\bar{1}10):(0\bar{1}\bar{1})$	38	91 51 — 92 12	91 59	92 0	1
$s'q = (\bar{1}01):(011)$	—	—	—	45 25	—
$qn = (011):(121)$	4	—	26 17	26 15	2
$np = (121):(110)$	4	—	36 14	36 12	2
$qp = (011):(110)$	37	62 20 — 62 34	62 27	62 27	0
$ps' = (110):(10\bar{1})$	—	—	—	72 8	—
$pq = (110):(0\bar{1}\bar{1})$	37	117 27 — 117 36	117 33	117 33	0
$r'o' = (\bar{2}01):(\bar{1}11)$	49	35 14 — 35 34	35 24	35 22	2
$op = (\bar{1}11):(110)$	24	94 52 — 92 8	92 1	92 4	3
$pr' = (110):(20\bar{1})$	29	52 27 — 52 45	52 36	52 34	2
$r'p = (\bar{2}01):(110)$	28	127 15 — 127 33	127 24	127 26	2

Gesamtzahl der Messungen: 547.

Murmann und Rotter (loc. cit.) fanden  $ac(\beta) = 73^\circ 19'$ ,  $cr' = 64^\circ 44'$ ,  $pb = 54^\circ 46'$ ,  $pp = 70^\circ 29'$ ,  $cq = 25^\circ 17'$ ,  $cp = 76^\circ 26'$ ,  $po' = 58^\circ 43'$ ,  $o'c = 44^\circ 45'$  und  $pr' = 52^\circ 30'$ , und für das Axenverhältnis:

$$a:b:c = 0,7375:1:0,5009.$$

Spaltbarkeit. Die gemeinschaftliche Spaltbarkeit der Reihe parallel  $r'\{\bar{2}01\}$  ist in diesem Salze gut entwickelt.

## Volum.

## Specifisches Gewicht.

Pyknometermethode:		Schwebemethode:		
Angewandte Salzmenge:	Spec. Gew. bei 20°/4°			Für 20°/4°
5,1502	1,9294	Für 16,8°/4°	1,9345	1,9339
4,5449	1,9300	- 17,5°/4°	1,9308	1,9303
5,6138	1,9290	- 15,8°/4°	1,9324	1,9316
5,4968	1,9303	- 16,3°/4°	1,9325	1,9318
Mittel:	1,9297		Mittel:	1,9319

Der angenommene Wert für 20°/4° ist daher 1,932.

Frühere Resultate sind: Playfair und Joule (Mem. Chem. Soc. 1845, 2, 401) 1,897; Schiff (Ann. Chem. Pharm. 1858, 107, 64) 1,910; Schröder (Journ. pr. Chem. 1879 (II), 19, 266) 1,919, 1,921 und 1,925; Perrot (Arch. Sci. phys. nat. 1891, 25, 26) 1,931. Dieser letzte sehr zuverlässige Wert ist zufriedenstellend näher an dem Werte des Verfs.

$$\text{Molekularvolum: } \frac{M}{d} = \frac{398,72}{1,932} = 206,38.$$

## Topische Axenverhältnisse:

$$\chi : \psi : \omega = 6,1648 : 8,3670 : 4,1810.$$

## Optische Eigenschaften.

Orientierung der Axen des optischen Ellipsoids. Die optischen Axen liegen in der Symmetrieebene; das Zeichen der Doppelbrechung ist positiv.

Zwei parallel der Symmetrieebene geschliffene Schnittplatten gaben die folgenden Auslöschungswinkel:

Platte 1	9°50'	hinter der Normalen zu $c\{001\}$
- 2	9 57	- - - - -
Mittel:	9°53'	

Diese Auslöschungsrichtung ist die zweite Mittellinie, welche, da der Winkel  $\beta$  der Axen  $ac$  73°8' ist, 6°59' zur morphologischen Axe  $c$  geneigt ist. Die beiden Mittellinien liegen im stumpfen Winkel  $ac$ , und die erste Mittellinie ist 9°53' gegen die Axe  $a$  geneigt.

Murmann und Rotter geben 8°33' hinter der Normale zu (001) als die Richtung der zweiten Mittellinie an.

Brechungsexponenten. Die Resultate mit sechs vortrefflichen Prismen folgen; jedes Prisma wurde so geschliffen, daß es zwei Exponenten direct lieferte.

## Brechungsexponenten von schwefelsaurem Ammonium-Zink.

Index:	Natur des Lichtes:	Prismen 1 und 2	Prismen 3 und 4	Prismen 5 und 6	Mittl. Brech- Exp.:	Wert von Perrot:
$\alpha$	<i>Li</i>	4,4859—6	—	4,4859—9	4,4858	—
Schwingungs- richtung parallel der zweiten Mittellinie	<i>C</i>	4,4863—59	—	4,4862—3	4,4862	4,4862
	<i>Na</i>	4,4887—7	—	4,4889—8	4,4888	4,4890
	<i>Tl</i>	4,4915—1	—	4,4915—6	4,4914	—
	<i>F</i>	4,4948—4	—	4,4947—8	4,4947	4,4946
	<i>G</i>	4,4992—2	—	4,4991—4	4,4992	4,4987
$\beta$	<i>Li</i>	4,4904—898	4,4895—905	—	4,4900	—
Schwingungs- richtung parallel der Symmetrie- axe <i>b</i>	<i>C</i>	4,4905—2	4,4899—908	—	4,4904	4,4904
	<i>Na</i>	4,4934—29	4,4925—35	—	4,4930	4,4934
	<i>Tl</i>	4,4958—7	4,4952—62	—	4,4957	—
	<i>F</i>	4,4992—87	4,4984—95	—	4,4990	4,4993
	<i>G</i>	4,5037—5	4,5032—42	—	4,5036	4,5044
$\gamma$	<i>Li</i>	—	4,4957—65	4,4964—4	4,4963	—
Schwingungs- richtung parallel der ersten Mittellinie	<i>C</i>	—	4,4962—9	4,4968—7	4,4967	4,4974
	<i>Na</i>	—	4,4989—97	4,4995—4	4,4994	4,4996
	<i>Tl</i>	—	4,5046—24	4,5022—3	4,5024	—
	<i>F</i>	—	4,5049—59	4,5055—5	4,5056	4,5056
	<i>G</i>	—	4,5099—105	4,5102—2	4,5102	4,5103

Der Mittelwert von  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  für *Na*-Licht = 4,4937.

Es ist befriedigend, daß die Werte des Verf. so gut mit denjenigen von Perrot übereinstimmen, denn die letzteren wurden mit Hilfe der Methode der Totalreflexion erhalten. Bisher ist die Methode der minimalen Ablenkung mit Hilfe von Prismen nur teilweise möglich gewesen, d. h. insoweit, als natürlich gebildete Prismen sie gestatteten, in dem Falle der Arbeit von Topsøe und Christiansen mit Hinzufügung einiger Prismen, welche mit der Hand auf einer Glasplatte geschliffen waren. Verf. hat, wie jetzt wohl bekannt ist, die Methode der minimalen Ablenkung durchaus bei seinen Untersuchungen gebraucht, weil er imstande ist, mit Hilfe seines Schneid- und Schleifgoniometers (diese Zeitschr. 1899, **31**, 458) 60°-Prismen mit der höchsten Bequemlichkeit herzustellen, von welchen jedes die theoretische Orientierung besitzt, um zwei von den drei Brechungsexponenten direct zu liefern, wie compliciert auch die Symmetrie des Krystalles sei. Es ist daher sehr befriedigend, solche sehr sorgfältig ausgeführte Messungen mit der Totalreflexionsmethode, wie diejenigen von Perrot, zu haben und mit ihnen die Resultate zu vergleichen. Die Einschränkungen, welche das Handschleifen Topsøe und Christiansen auferlegten, ermöglichten nur die Herstellung von Prismen, welche den  $\beta$ -Exponenten direct lieferten, und es ist vom Verf. gezeigt worden, daß infolgedessen ihre Werte für die  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Exponenten in der Regel wenig genau sind.

Die folgende Formel drückt den Wert des mittleren Exponenten  $\beta$  für irgend eine Wellenlänge  $\lambda$ , für das Vacuum corrigiert, aus:

$$\beta = 1,4784 + \frac{588642}{\lambda^2} - \frac{235690000000}{\lambda^4} + \dots$$

Die  $\alpha$ -Exponenten werden auch durch die Formel dargestellt, wenn man die Constante 1,4784 um 0,0042 vermindert, und die  $\gamma$ -Exponenten, wenn man die Constante um 0,0064 vergrößert.

Veränderung der Refraction durch Temperaturerhöhung. Zwei der Prismen, welche  $\alpha$  und  $\beta$  resp.  $\alpha$  und  $\gamma$  lieferten, sind für Bestimmungen bei 70° angewandt worden, und die Resultate folgen.

Brechungsexponenten von schwefelsaurem Ammonium-Zink bei 70°.

Natur des Lichtes:	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
<i>Li</i>	1,4845	1,4883	1,4944
<i>C</i>	1,4849	1,4887	1,4948
<i>Na</i>	1,4874	1,4914	1,4976
<i>Tl</i>	1,4902	1,4942	1,5003
<i>F</i>	1,4935	1,4975	1,5037

Diese Werte zeigen eine Verminderung von denjenigen für die gewöhnliche Temperatur um 0,0013 für  $\alpha$ , 0,0016 für  $\beta$  und 0,0019 für  $\gamma$ .

Axen des optischen Ellipsoids. Diese berechnen sich wie folgt:

Axen der optischen Indicatrix:

$$\alpha : \beta : \gamma = 0,9972 : 1 : 1,0043.$$

Axen des optischen Velocitätsellipsoids:

$$\alpha : b : c = 1,0028 : 1 : 0,9957.$$

Molekulare optische Constanten. Diese Werte, mit Hilfe der Schwebemethode-Dichtigkeit berechnet, sind unten zusammengestellt.

Axe der optischen Indicatrix:	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Specifiche Refraction $\frac{n^2 - 1}{(n^2 + 2)d} = n$	$\left\{ \begin{array}{l} C \\ G \end{array} \right. \begin{array}{l} 0,4487 \\ 0,4520 \end{array}$	$\left\{ \begin{array}{l} C \\ G \end{array} \right. \begin{array}{l} 0,4497 \\ 0,4532 \end{array}$	$\left\{ \begin{array}{l} C \\ G \end{array} \right. \begin{array}{l} 0,4514 \\ 0,4549 \end{array}$
Molekulare Refraction $\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{d} = m$	$\left\{ \begin{array}{l} C \\ G \end{array} \right. \begin{array}{l} 59,27 \\ 60,62 \end{array}$	$\left\{ \begin{array}{l} C \\ G \end{array} \right. \begin{array}{l} 59,71 \\ 61,07 \end{array}$	$\left\{ \begin{array}{l} C \\ G \end{array} \right. \begin{array}{l} 60,36 \\ 61,74 \end{array}$
Specifiche Dispersion $n_G - n_C$	0,0033	0,0035	0,0035
Molekulare Dispersion $m_G - m_C$	1,35	1,36	1,38
Molekulare Refraction $\frac{n - 1}{d} M$	$\left\{ \begin{array}{l} C \\ G \end{array} \right. \begin{array}{l} 100,34 \\ 101,21 \end{array}$	$\left\{ \begin{array}{l} C \\ G \end{array} \right. \begin{array}{l} 101,21 \\ 102,51 \end{array}$	$\left\{ \begin{array}{l} C \\ G \end{array} \right. \begin{array}{l} 102,51 \\ 103,81 \end{array}$

Optischer Axenwinkel. Drei gute Paare von Schnittplatten sind durch Schleifen erhalten worden, senkrecht zur ersten resp. zweiten Mittellinie. Die Ringe waren sehr klein und die Hyperbeln ausgezeichnet scharf

und klar definiert. Die Messungen in  $\alpha$ -Bromnaphthalin waren folglich ausgezeichnet genau. Die Messungen des scheinbaren Winkels in Luft aber wurden erschwert durch die Größe desselben; Schnittplatten 1 und 3 lieferten sehr zuverlässige Werte, die Platte 2 aber war zu schmal im Vergleich mit ihrer Länge, um die Hyperbel vollkommen austreten zu lassen, wegen der Notwendigkeit für gleichzeitige beträchtliche Plattendicke, welche durch die schwache Doppelbrechung verlangt wird.

Bestimmung des scheinbaren Winkels in Luft von schwefelsaurem Ammonium-Zink.

Licht:	Platte 1	Platte 3	Mittel 2E
<i>Li</i>	143° 30'	143° 55'	143° 43'
<i>C</i>	143 39	144 13	143 56
<i>Na</i>	144 28	144 54	144 41
<i>Tl</i>	145 12	145 45	145 29
<i>F</i>	146 0	146 31	146 16

Bestimmung des wahren optischen Axenwinkels von schwefelsaurem Ammonium-Zink.

Licht:	Nr. der Platte senkr.		Nr. der Platte senkr.		Berechnet $2V_a$	Mittel $2V_a$
	zur ersten Mittellinie:	Beobachtet $2H_a$	zur zweiten Mittellinie:	Beobachtet $2H_o$		
<i>Li</i>	1	69° 55'	1a	88° 10'	78° 57'	78° 57'
	2	69 50	2a	88 10	78 54	
	3	70 1	3a	88 13	79 0	
<i>C</i>	1	69 53	1a	88 8	78 57	78 58
	2	69 49	2a	88 6	78 55	
	3	69 58	3a	88 6	79 1	
<i>Na</i>	1	69 43	1a	87 50	78 58	79 0
	2	69 37	2a	87 44	78 58	
	3	69 42	3a	87 40	79 3	
<i>Tl</i>	1	69 22	1a	87 18	79 0	79 2
	2	69 17	2a	87 12	79 0	
	3	69 25	3a	87 13	79 5	
<i>F</i>	1	68 55	1a	86 38	79 2	79 3
	2	68 50	2a	86 33	79 1	
	3	68 56	3a	86 32	79 6	

Murmann und Rotter fanden 141° 45' für den Winkel in Luft und 78° 35' für den wahren Winkel. Perrot fand 142° 30' für den scheinbaren Winkel im roten Lichte und 79° 12' für den wahren Winkel in derselben Farbe.

Dispersion der Mittellinien. Schnittplatten 1 und 3 sind in Toluol untersucht worden, dessen Brechungsexponent sehr nahe dem Mittelexponent



der Krystalle ist. Die erste Mittellinie wurde in beiden Fällen um  $40'$  näher an der morphologischen Axe  $a$  für rotes Lithiumlicht als für grünlich-blaues  $F$ -Wasserstofflicht gefunden.

Wirkung einer Temperaturerhöhung auf den optischen Axenwinkel. Wenn man eine Schnittplatte senkrecht zur ersten Mittellinie erhitzt, bemerkt man, daß der scheinbare Winkel in Luft sich etwas vermindert.

Die folgenden Werte sind mit Platte I für die Temperatur von  $75^{\circ}$  (für die Wärmeleitung des Krystallhalters corrigiert) erhalten worden.

$2E$ bei $75^{\circ}$	
Für $C$ -Licht	$438^{\circ} 7'$
- $Na$ -	$438 42$
- $Tl$ -	$439 44$

Die Verminderung zwischen  $45^{\circ}$  und  $75^{\circ}$  ist also ca.  $6^{\circ}$ .

24 Stunden nach der Abkühlung ist der Winkel für Natriumlicht beinahe einen Grad größer ( $445^{\circ} 20'$ ) gefunden worden, als er vor der Erhitzung war.

### Selensaures Ammonium-Magnesium $(NH_4)_2 Mg(ScO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

Eine Bestimmung des Gehaltes an Magnesium in 4,2081 g der Krystalle gab 0,3062 g Magnesiumpyrophosphat, welches  $5,48\%$  Magnesium entspricht. Berechnet 5,29.

#### Goniometrie.

Zehn Krystalle wurden aus sechs besonders guten Krystallisationen ausgewählt.

Axenverhältnis:  $a : b : c = 0,7420 : 1 : 0,4966$ .

Axenwinkel:  $\beta = 73^{\circ} 33'$ .

Habitus: Prismatisch nach der Prismenzone bis tafelförmig nach der Basis.

Beobachtete Formen:  $b\{010\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $p\{110\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $o'\{111\}$ ,  $r'\{204\}$ .

Die begleitende Tabelle zeigt die Resultate der Messungen.

Dieses Salz liefert leicht vollkommen durchsichtige und sehr gut ausgebildete Krystalle, welche unter gewissen Bedingungen drei Centimeter im Durchschnitt erreichen können, ohne irgend eine bemerkbare Verzerrung zu zeigen. Mehrere dieser großen Krystalle lieferten vortreffliches Material für die Darstellung von Schnittplatten und Prismen von hinreichender Größe für den Gebrauch in dem Projectionspolariscope, um die besonders schönen Interferenzbilder auf den Wandschirm mit Hilfe des elektrischen Bogenlichtes und der Laterne zu demonstrieren.

Die Methode für die Darstellung solcher ausgezeichneten großer Krystalle ist wie folgt. Man stellt die Krystallisationsgefäße auf den Boden eines großen Glaskastens (ein Meter lang), alle gleich weit von dem Centrum entfernt, wo ein Vitriolgefäß steht, welches das Wasser so schnell als es verdampft, aus den Lösungen absorbiert, weil der Kasten dicht auf seine Plinthe paßt. Der Basisboden ist mit Samt gedeckt, um Wärmeleitung von den Krystallisationsgefäßen zu vermeiden, und den Kasten selbst sollte man mit Schirmen vor Luftströmen schützen. Solche Lösungen erreichen beträchtliche Übersättigung ehe sie Krystalle absetzen, aber wenn die Krystallisation einmal begonnen hat, schreitet sie sehr schnell vor, und es ist sehr wichtig, schnelle Temperaturänderungen im Krystallisationszimmer zu vermeiden. Wenn dieses erreicht wird, wachsen die Krystalle in wenigen Tagen zur erwähnten Größe ohne Verzerrung der Ebenheit der Flächen und bei dem gewöhnlichen Luftdrucke.

Die Krystalle dieses Salzes sind aber in der Regel von sehr einfachem Charakter. Gar keine anderen Flächen sind beobachtet worden, mit einer unvollkommenen Ausnahme, als diejenigen der schon erwähnten sechs einfachen Formen. Das Klinopinakoid  $b\{010\}$  ist gewöhnlich vorhanden und seine Flächen sind in der Regel relativ groß; sie lieferten immer bei den gemessenen Krystallen vortreffliche Signalbilder.

Das Orthopinakoid ist nie beobachtet worden. Die Basis  $c\{001\}$  war häufig so groß entwickelt, daß sie den tafelförmigen Charakter bewirkte,

Fig. 8.

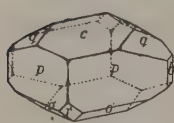
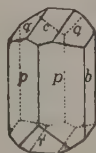


Fig. 9.



welcher in Fig. 8 repräsentiert wird. Gleich häufig aber waren ihre Flächen relativ kleiner und ein prismatischer Charakter wurde dem Krystalle durch die Verlängerung der Flächen des primären Prismas  $p\{110\}$  gegeben, wie in Fig. 9 gezeigt wird. Die letzteren waren besonders frei von Streifung und durch

vicinale Flächen veranlaßte Verzerrung. Die Bilder waren meistens vollkommen.

Die Flächen der Basis zeigten häufig das Phänomen vicinaler Flächen, die Werte aber des Winkels  $cq$  waren durch die eigentümliche Vollkommenheit der Flächen des Klinodomas  $q\{011\}$  ganz zuverlässig gemacht, denn  $cq = \frac{1}{2}qq$ .

Die relative Entwicklung der Flächen der Formen  $r'\{201\}$  und  $o'\{111\}$  variierte wie in den Figuren illustriert wird. Eine unvollkommene Fläche der Form  $s\{101\}$  wurde an einem Krystalle beobachtet, das angehörende Reflexbild war aber zu unzuverlässig für genaue Messung.

## Morphologische Winkel von selensaurem Ammonium-Magnesium.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$ac = (100):(004)$	—	—	—	73° 33'	—
$as = (100):(104)$	—	—	—	45 42	—
$sc = (104):(004)$	—	—	—	28 24	—
$cr' = (004):(\bar{2}04)$	48	64° 7' — 64° 26'	64° 15'	64 44	4'
$cs' = (004):(\bar{1}04)$	—	—	—	38 22	—
$s'r' = (\bar{1}04):(\bar{2}04)$	—	—	—	25 49	—
$r'a = (\bar{2}04):(\bar{1}00)$	—	—	—	42 46	—
$r'c = (\bar{2}04):(00\bar{4})$	48	445 37 — 445 50	445 45	445 49	4
$ap = (100):(110)$	—	—	—	35 26	—
$pp' = (110):(120)$	—	—	—	49 28	—
$p'b = (120):(010)$	—	—	—	35 6	—
$pb = (110):(010)$	43	54 25 — 54 42	54 34	*	—
$pp = (110):(\bar{1}\bar{1}0)$	24	70 44 — 71 4	70 52	70 52	0
$eq = (004):(011)$	38	25 22 — 25 37	25 29	*	—
$qb = (011):(010)$	38	64 22 — 64 39	64 34	64 34	0
$ao = (100):(111)$	—	—	—	48 24	—
$oq = (111):(011)$	—	—	—	26 54	—
$aq = (100):(011)$	—	—	—	75 42	—
$qo' = (011):(\bar{1}\bar{1}1)$	—	—	—	34 38	—
$o'a = (\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}00)$	—	—	—	70 40	—
$co = (004):(111)$	—	—	—	33 54	—
$op = (111):(110)$	—	—	—	42 46	—
$cp = (004):(110)$	38	76 34 — 76 48	76 40	*	—
$po' = (110):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	49	58 37 — 58 53	58 45	58 44	4
$o'c = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(00\bar{1})$	49	44 28 — 44 43	44 36	44 36	0
$pc = (110):(00\bar{1})$	38	403 44 — 403 28	403 20	403 20	0
$bo = (010):(111)$	—	—	—	70 35	—
$os = (111):(104)$	—	—	—	49 25	—
$bo' = (010):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	6	65 43 — 65 49	65 46	65 46	0
$o's' = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}04)$	—	—	—	24 44	—
$o'o' = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	3	49 27 — 49 29	49 28	49 28	0
$sq = (104):(011)$	—	—	—	37 24	—
$qp = (011):(\bar{1}\bar{1}0)$	37	87 34 — 87 54	87 39	87 38	4
$ps = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}0\bar{1})$	—	—	—	54 58	—
$pq = (\bar{1}\bar{1}0):(0\bar{1}\bar{1})$	37	92 9 — 92 30	92 20	92 22	2

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet: Diff.:
$s'q = (\bar{1}04) : (011)$	—	—	—	$44^{\circ}57'$ —
$qp = (011) : (110)$	38	$62^{\circ}40' - 62^{\circ}54'$	$62^{\circ}46'$	62 46 0'
$ps' = (110) : (10\bar{1})$	—	—	—	72 47 —
$pq = (110) : (0\bar{1}\bar{1})$	38	$417^{\circ}5' - 417^{\circ}24'$	$417^{\circ}14'$	417 14 0
$r'o' = (\bar{2}01) : (\bar{1}11)$	17	$35^{\circ}4' - 35^{\circ}16'$	$35^{\circ}10'$	35 9 1
$o'p = (\bar{1}11) : (110)$	18	$91^{\circ}48' - 92^{\circ}0'$	$91^{\circ}53'$	91 56 3
$pr' = (110) : (20\bar{1})$	36	$52^{\circ}49' - 53^{\circ}1'$	$52^{\circ}55'$	52 55 0
$r'p = (\bar{2}01) : (110)$	35	$426^{\circ}58' - 427^{\circ}13'$	$427^{\circ}5'$	427 5 0

Gesamtzahl der Messungen: 555.

Topsøe und Christiansen (loc. cit. S. 73) geben  $ac(\beta) = 73^{\circ}23'$ ,  $pp = (110) : (1\bar{1}0) = 70^{\circ}47'$  und  $qq = (011) : (0\bar{1}\bar{1}) = 50^{\circ}55'$ . Auch für das Axenverhältnis:  $a : b : c = 0,7414 : 1 : 0,4968$ .

Spaltungsrichtung. Die der Reihe gemeinschaftliche Spaltbarkeit parallel zu  $r'\{201\}$  ist vortrefflich entwickelt.

#### Volum.

##### Specifisches Gewicht.

Pyknometermethode:		Schwebemethode:		
Angewandte Salzmenge:	Spec. Gew. bei $200/40$			Für $200/40$
4,1228	2,0562	Für $46,30/40$	2,0584	2,0577
3,7058	2,0593	- $47,50/40$	2,0572	2,0567
6,7304	2,0556	- $48,40/40$	2,0589	2,0586
5,7926	2,0566	- $46,10/40$	2,0585	2,0577
Mittel: 2,0569		Mittel: 2,0577		

Der wahre Wert für  $200/40$  ist daher als 2,058 angenommen.

Topsøe (Bull. Soc. Chim. 1873, 19, 246) fand das spec. Gew. einer Probe 2,035.

$$\text{Molekularvolum: } \frac{M}{d} = \frac{451,56}{2,058} = 219,42.$$

##### Topische Axenverhältnisse:

$$\chi : \psi : \omega = 6,3299 : 8,5310 : 4,2365.$$

#### Optische Eigenschaften.

Orientierung der Axen des optischen Ellipsoids. Die Symmetrieebene ist die Ebene der optischen Axen; das Zeichen der Doppelbrechung ist positiv.

Zwei zur Symmetrieebene parallel geschliffene Schnittplatten lieferten die folgenden Auslöschungswinkel:

Platte 1	16° 15'	hinter der Normale zu $c\{001\}$
- 2	16 13	- - - - -
Mittel:	16° 14'	

Topsøe und Christiansen geben für denselben Winkel  $[\alpha : (001)]$  47° 7' an.

Diese Auslöschungsrichtung ist die zweite Mittellinie; sie ist beinahe mit der morphologischen Axe  $c$  identisch, nur 13' nach vorn geneigt.

Die erste Mittellinie ist ähnlicherweise beinahe normal zum Orthopinakoid  $a\{100\}$  und ist 16° 14' zur Axe  $a$  geneigt. Die beiden Mittellinien liegen also im stumpfen Winkel der morphologischen Axen  $ac$ .

Brechungsexponenten. Sechs ausgezeichnet gute Prismen, jedes geschliffen um zwei Indices direct zu liefern, gaben die folgenden Resultate.

Brechungsexponenten von selenurem Ammonium-Magnesium.

Index:	Natur des Lichtes:	Prismen 1 und 2	Prismen 3 und 4	Prismen 5 und 6	Mittl. Brech.-Exp.:	Werte von Topsøe und Christiansen:
$\alpha$ Schwingungsrichtung parallel der zweiten Mittellinie	$Li$	1,5035—3	1,5033—3	—	1,5034	—
	$C$	1,5040—37	1,5037—7	—	1,5038	—
	$Na$	1,5072—0	1,5069—70	—	1,5070	1,5056
	$Tl$	1,5106—4	1,5103—2	—	1,5104	—
	$F$	1,5147—3	1,5144—3	—	1,5144	—
	$G$	1,5206—6	1,5205—3	—	1,5205	—
$\beta$ Schwingungsrichtung parallel der Symmetriearie $b$	$Li$	1,5057—2	—	1,5058—6	1,5056	—
	$C$	1,5061—57	—	1,5062—4	1,5060	1,5046
	$Na$	1,5094—89	—	1,5097—3	1,5093	1,5075
	$Tl$	1,5127—3	—	1,5128—6	1,5126	—
	$F$	1,5167—3	—	1,5169—5	1,5166	1,5146
	$G$	1,5227—6	—	1,5229—6	1,5227	—
$\gamma$ Schwingungsrichtung parallel der ersten Mittellinie	$Li$	—	1,5129—8	1,5136—3	1,5132	—
	$C$	—	1,5134—4	1,5140—36	1,5136	—
	$Na$	—	1,5166—7	1,5173—69	1,5169	1,5150
	$Tl$	—	1,5200—0	1,5205—3	1,5202	—
	$F$	—	1,5240—0	1,5248—4	1,5242	—
	$G$	—	1,5305—4	1,5309—5	1,5305	—

Mittelwert von  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  für  $Na$ -Licht = 1,5111.

Die Werte von Topsøe und Christiansen stimmen nicht so gut wie gewöhnlich mit den Werten des Verf. überein. Nur ihre  $\beta$ -Werte wurden direct bestimmt. Die Verschiedenheit scheint durch die Anwesenheit von Sulfat in ihrem Salze veranlaßt zu sein, denn ihr Wert für das spezifische Gewicht ist, wie oben gezeigt wurde, auch zu niedrig.

Die folgende Formel repräsentiert den Wert des  $\beta$ -Exponenten für irgend eine Wellenlänge  $\lambda$  und für das Vacuum corrigiert, absolut bis zur grünen Thalliumlinie und jenseits derselben approximativ.



$$\beta = 1,4896 + \frac{830626}{\lambda^2} - \frac{461350000000}{\lambda^4} + \dots$$

Die  $\alpha$ -Exponenten werden durch die Formel gleich gut gegeben, wenn man die Constante 1,4896 um 0,0022 vermindert, und die  $\gamma$ -Exponenten, wenn man die Constante um 0,0076 vergrößert.

Veränderung der Refraction durch Temperaturerhöhung. Die Brechungsexponenten sind bei 70° bestimmt worden mit Hilfe von zwei der Prismen, welche  $\alpha$  und  $\gamma$  und resp.  $\beta$  und  $\gamma$  lieferten.

Brechungsexponenten von selensaurem Ammonium-  
Magnesium für 70°.

Natur des Lichtes:	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
<i>Li</i>	1,5025	1,5040	1,5116
<i>C</i>	1,5029	1,5044	1,5120
<i>Na</i>	1,5062	1,5076	1,5153
<i>Tl</i>	1,5095	1,5108	1,5187
<i>F</i>	1,5135	1,5148	1,5227

Diese Indices sind niedriger als die Werte für die gewöhnliche Temperatur, um 0,0009 für  $\alpha$ , 0,0017 für  $\beta$  und 0,0016 für  $\gamma$ .

Während die relative Differenz zwischen  $\beta$  und  $\gamma$  praktisch identisch bleibt, 0,0077, wird die Entfernung von  $\alpha$  und  $\beta$  auf 0,0014 vermindert. Diese relative Annäherung von  $\alpha$  und  $\beta$  deutet eine beträchtliche Verminderung des optischen Axenwinkels mit der Temperaturerhöhung an, und solches wird später als eine Tatsache bewiesen werden.

Axen des optischen Ellipsoids.

Axen der optischen Indicatrix:

$$\alpha : \beta : \gamma = 0,9985 : 1 : 1,0050.$$

Axen des optischen Velocitätsellipsoids:

$$a : b : c = 1,0015 : 1 : 0,9950.$$

Molekulare optische Constanten. Die berechneten Werte dieser Constanten, wenn man das spezifische Gewicht gebraucht, welches von der Schwebemethode geliefert worden ist, sind wie folgt:

Axe der Indicatrix:			$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Specifische Refraction	$n^2 - 1$	$\left. \begin{array}{l} C \\ G \end{array} \right\}$	0,1438	0,1444	0,1462
	$(n^2 + 2)d = n$		0,1478	0,1484	0,1502
Molekulare Refraction	$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot M = m$	$\left. \begin{array}{l} C \\ G \end{array} \right\}$	64,95	65,19	66,01
			66,75	66,99	67,83
Specifische Dispersion	$n_G - n_C$		0,0040	0,0040	0,0040
Molekulare Dispersion	$m_G - m_C$		1,80	1,80	1,82
Molekulare Refraction	$\frac{n - 1}{d} \cdot M$	$C$	110,54	111,02	112,69

Optischer Axenwinkel. Die Resultate der Messungen mit drei Paaren von Schnittplatten senkrecht zu beiden Mittellinien sind wie folgt:

Bestimmung des scheinbaren Winkels in Luft von selensaurem Ammonium-Magnesium.

Licht:	Platte 4	Platte 2	Platte 3	Mittel $2E$
<i>Li</i>	87° 52'	88° 14'	88° 31'	88° 12'
<i>C</i>	87 50	88 13	88 30	88 11
<i>Na</i>	87 42	88 7	88 24	88 4
<i>Tl</i>	87 25	87 57	88 16	87 53
<i>F</i>	87 4	87 30	87 45	87 25

Bestimmung des wahren optischen Axenwinkels von selensaurem Ammonium-Magnesium.

Licht:	Nr. der Platte senkr. zur ersten Mittellinie:	Beobachtet $2H_a$	Nr. der Platte senkr. zur zweiten Mittellinie:	Beobachtet $2H_o$	Berechnet $2V_a$	Mittel $2V_n$
<i>Li</i>	1	49° 46'	1a	108° 54'	54° 43'	54° 57'
	2	49 46	2a	107 53	55 0	
	3	49 51	3a	107 38	55 8	
<i>C</i>	1	49 44	1a	108 46	54° 42	54 55
	2	49 43	2a	107 48	54 58	
	3	49 47	3a	107 32	55 6	
<i>Na</i>	1	49 24	1a	108 20	54 32	54 47
	2	49 25	2a	107 22	54 50	
	3	49 29	3a	107 0	55 0	
<i>Tl</i>	1	48 57	1a	107 51	54 46	54 33
	2	48 58	2a	106 57	54 34	
	3	49 5	3a	106 33	54 48	
<i>F</i>	1	48 46	1a	107 18	53 50	54 4
	2	48 47	2a	106 33	54 4	
	3	48 26	3a	106 14	54 18	

Topsøe und Christiansen geben 85° 56' für den scheinbaren und 53° 44' für den wahren optischen Axenwinkel für *Na*-Licht.

Dispersion der Mittellinien. Messungen in Benzol, dessen Brechungs exponent beinahe identisch mit dem mittleren Exponenten der Krystalle ist, deuteten an, daß die Dispersion der Mittellinien 17' näher an der morphologischen Axe  $\alpha$  für *Li*-Licht als für *F*-Licht liegt. Es geht aus diesem und aus den schon gegebenen Werten für die Orientierung der optischen Ellipsoidaxen und für den morphologischen Axenwinkel  $ac$  hervor, daß für rotes *Li*-Licht die erste Mittellinie praktisch identisch (innerhalb 5') mit der Normale zum Orthopinakoid  $a\{100\}$  wird.

Wirkung einer Temperaturerhöhung auf den optischen Axenwinkel. Platte 3 wurde bei  $75^{\circ}$  (für die Wärmeleitung des Krystallhalters corrigiert) untersucht mit folgendem Resultate:

$2E$ bei $75^{\circ}$			
$Li$	$76^{\circ}45'$	$Tl$	$75^{\circ}50'$
$C^{**}$	$76\ 40$	$F$	$75\ 45$
$Na$	$76\ 45$		

Der optische Axenwinkel vermindert sich also mit der Temperaturerhöhung um  $12^{\circ}$  für das Intervall  $45^{\circ}$ — $75^{\circ}$  und gleichzeitig wird die Dispersion der Axen etwas vergrößert.

### Selensaures Ammonium-Zink $(NH_4)_2 Zn(SeO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

Eine Bestimmung von Zink in 0,8028 g der angewandten Krystalle gab 0,4327 g von Zinkoxyd, welches 43,26 %  $Zn$  entspricht. Berechnet 43,44.

#### Goniometrie.

Elf Krystalle wurden in der schon beschriebenen Weise aus sechs verschiedenen Krystallisationen ausgewählt.

Axenverhältnis:  $a : b : c = 0,7409 : 1 : 0,5040$ .

Axenwinkel:  $\beta = 73^{\circ}46'$ .

Habitus: Prismatisch nach der Prismenzone bis dicktafelförmig nach der Basis.

Beobachtete Formen:  $b\{040\}$ ,  $c\{004\}$ ,  $p\{140\}$ ,  $p'\{120\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $o'\{\bar{1}11\}$ ,  $r'\{\bar{2}04\}$ .

Die begleitende Tabelle stellt die Resultate der Messungen dar.

Die Darstellung vollkommener Krystalle dieses Salzes war schwerer als in den Fällen der anderen drei Salze, wegen ihrer vorherrschenden Trübheit. Unter den hundert oder mehr erhaltenen Krystallisationen aber

bestanden eine hinreichende Zahl aus vollkommen durchsichtigen Krystallen, und die besten sechs sind bei den goniometrischen Messungen angewandt worden.

Fig. 40.

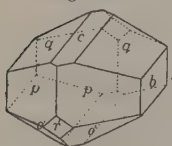
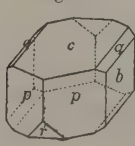


Fig. 41.



Krystalle sind von sämtlichen in den Figuren für die anderen Salze repräsentierten Arten beobachtet worden, und außerdem die zwei Typen, welche in Figg. 40 und 41 gezeigt werden. Die beiden letzteren sind durch Verlängerung nach der Axe der Zone  $[bqc]$  charakterisiert und variieren nur in der relativen Entwicklung der Basis  $c\{004\}$  und des Klinodomas  $q\{011\}$ . Die Flächen des Klinopinakoids  $b\{010\}$  waren in beiden vorherrschend, und vortreffliche Signalbilder sind immer sowohl von den Flächen dieser Form erhalten worden, als auch von denjenigen des Klinodomas.

Bei mehreren der gemessenen Krystalle lieferten die vier Flächen des verhältnismäßig großen primären Prismas  $p\{110\}$  vollkommene Signalbilder, einfach und ganz befriedigend für den Zweck der Einstellung zu den Spinnfäden, und der in der Tabelle gegebene Wert des Winkels  $bp$  war identisch mit dem Mittelwerte dieser vortrefflichen Flächen selbst. In anderen Fällen wurde das Phänomen der vicinalen Flächen beobachtet, ebenso auch bei 14 der 22 Flächen der Basis, welche an den elf gemessenen Krystallen entwickelt waren. Die anderen acht der letzteren lieferten einfache zuverlässige Signalbilder, ganz von vicinalen Flächen unberührt, und bei genau  $90^\circ$  zu den vollkommenen  $b$ -Signalbildern und gleich weit von den vortrefflichen  $q$ -Bildern entfernt.

Die Flächen des Orthodomas  $r'\{\bar{2}01\}$  waren häufig ausgezeichnet hell und relativ groß und ihre Signalbilder besonders vollkommen.

Auch war die Hemipyramide  $o'\{\bar{1}11\}$  von guten ebenen Flächen repräsentiert, beinahe so groß als diejenigen von  $r'$ . Gelegentlich aber sind Krystallisationen erhalten worden, welche keine von diesen Formen zeigten, oder meistens nur sehr kleine Flächen davon. An einem Krystalle wurde eine gute, aber kleine Fläche des Prismas  $p'\{120\}$  beobachtet.

#### Morphologische Winkel des selensauren Ammonium-Zinks.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$ac = (100):(001)$	—	—	—	$73^\circ 46'$	—
$as = (100):(101)$	—	—	—	$45 \quad 1$	—
$sc = (101):(001)$	—	—	—	$28 \quad 45$	—
$cr' = (001):(\bar{2}01)$	12	$64^\circ 36' - 64^\circ 41'$	$64^\circ 38'$	$64 \quad 36$	$2'$
$cs' = (001):(\bar{1}01)$	—	—	—	$38 \quad 52$	—
$s'r' = (\bar{1}01):(\bar{2}01)$	—	—	—	$25 \quad 44$	—
$r'a = (\bar{2}01):(\bar{1}00)$	—	—	—	$41 \quad 38$	—
$r'c = (\bar{2}01):(00\bar{1})$	12	$115 \quad 49 - 115 \quad 24$	$115 \quad 24$	$115 \quad 24$	$3$
$ap = (100):(110)$	—	—	—	$35 \quad 26$	—
$pp' = (110):(120)$	1	—	$49 \quad 25$	$49 \quad 28$	$3$
$p'b = (120):(010)$	1	—	$35 \quad 8$	$35 \quad 6$	$2$
$pb = (110):(010)$	44	$54 \quad 23 - 54 \quad 39$	$54 \quad 34$	*	—
$pp = (110):(\bar{1}\bar{1}0)$	22	$70 \quad 44 - 71 \quad 8$	$70 \quad 52$	$70 \quad 52$	$0$
$cq = (001):(011)$	39	$25 \quad 43 - 25 \quad 57$	$25 \quad 50$	*	—
$qb = (011):(010)$	39	$64 \quad 5 - 64 \quad 20$	$64 \quad 10$	$64 \quad 10$	$0$
$ao = (100):(111)$	—	—	—	$48 \quad 15$	—
$oq = (111):(011)$	—	—	—	$27 \quad 11$	—
$aq = (100):(011)$	—	—	—	$75 \quad 26$	—
$qo' = (011):(\bar{1}\bar{1}1)$	—	—	—	$35 \quad 0$	—
$o'a = (\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}00)$	—	—	—	$69 \quad 34$	—

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$co = (004):(111)$	—	—	—	$34^{\circ}20'$	—
$op = (111):(110)$	—	—	—	$42\ 30$	—
$cp = (004):(110)$	40	$76^{\circ}45' - 76^{\circ}57'$	$76^{\circ}50'$	*	—
$po' = (110):(11\bar{1})$	10	$57\ 54 - 58\ 8$	$58\ 2$	$58\ 4$	$2'$
$oc = (11\bar{1}):(00\bar{1})$	10	$45\ 2 - 45\ 17$	$45\ 7$	$45\ 6$	$1$
$pc = (110):(00\bar{1})$	40	$103\ 4 - 103\ 21$	$103\ 10$	$103\ 10$	$0$
$bo = (040):(111)$	—	—	—	$70\ 23$	—
$os = (111):(101)$	—	—	—	$49\ 37$	—
$bo' = (040):(\bar{1}11)$	3	$64\ 59 - 65\ 10$	$65\ 4$	$65\ 3$	$1$
$os' = (\bar{1}11):(\bar{1}01)$	—	—	—	$24\ 57$	—
$sq = (104):(011)$	—	—	—	$37\ 54$	—
$qp = (011):(\bar{1}10)$	33	$87\ 9 - 87\ 23$	$87\ 17$	$87\ 16$	$1$
$ps = (\bar{1}10):(\bar{1}0\bar{1})$	—	—	—	$54\ 50$	—
$pq = (\bar{1}10):(0\bar{1}\bar{1})$	33	$92\ 38 - 92\ 52$	$92\ 43$	$92\ 44$	$1$
$s'q = (\bar{1}04):(011)$	—	—	—	$45\ 34$	—
$qp = (011):(\bar{1}10)$	33	$62\ 36 - 62\ 53$	$62\ 46$	$62\ 46$	$0$
$ps' = (110):(10\bar{1})$	—	—	—	$71\ 43$	—
$pq = (110):(0\bar{1}\bar{1})$	33	$117\ 6 - 117\ 24$	$117\ 14$	$117\ 14$	$0$
$r'o' = (\bar{2}04):(\bar{1}11)$	9	$35\ 10 - 35\ 19$	$35\ 14$	$35\ 14$	$0$
$op = (\bar{1}11):(\bar{1}10)$	9	$92\ 15 - 92\ 26$	$92\ 19$	$92\ 17$	$2$
$pr' = (110):(\bar{2}0\bar{1})$	23	$52\ 24 - 52\ 34$	$52\ 27$	$52\ 29$	$2$
$r'p = (\bar{2}04):(\bar{1}10)$	23	$127\ 23 - 127\ 38$	$127\ 33$	$127\ 34$	$2$

Gesamtzahl der Messungen: 470.

Topsøe und Christiansen geben  $ac/\beta = 73^{\circ}49'$ ,  $pp = (110):(1\bar{1}0) = 70^{\circ}55'$  und  $qq = (011):(0\bar{1}\bar{1}) = 54^{\circ}52'$  an; auch

$$a:b:c = 0,7416:1:0,5062.$$

Spaltbarkeit. Es gibt eine vortreffliche Spaltbarkeit parallel  $r'\{201\}$ .

#### Volum.

#### Specifisches Gewicht.

Pyknometermethode:		Schwebemethode:	
Angewandte Salzmenge:	Spec. Gew. bei $20^{\circ}/4^{\circ}$		Für $20^{\circ}/4^{\circ}$
5,8446	2,2558	Für $18,9^{\circ}/4^{\circ}$	2,2617
4,7318	2,2568	- $19,3^{\circ}/4^{\circ}$	2,2609
5,3778	2,2553	- $14,0^{\circ}/4^{\circ}$	2,2630
5,3587	2,2557	- $16,7^{\circ}/4^{\circ}$	2,2622
Mittel:	2,2559		Mittel: 2,2613

Der für  $20^{\circ}/4^{\circ}$  angenommene Wert ist daher 2,261.



Der von der Schwebemethode gelieferte Wert ist in diesem Falle mehr als gewöhnlich höher als derjenige, welcher von der Pyknometermethode mit dem gepulverten Salze gegeben worden ist. Dieses ist ohne Zweifel die Folge ihrer häufig vorkommenden Trübheit, welche wahrscheinlich durch Anwesenheit von Höhlungen veranlaßt wird.

Der von Topsøe (Chem. Centralbl. 1873, 4, 78) gegebene Wert, 2,200, ist offenbar viel zu niedrig, ebenso auch sein Wert für selensaures Ammonium-Magnesium.

$$\text{Molekularvolum. } \frac{M}{d} = \frac{492,28}{2,264} = 217,73.$$

Topische Axenverhältnisse.

$$\chi : \psi : \omega = 6,2742 : 8,4684 : 4,2684.$$

### Optische Eigenschaften.

Orientierung der Axen des optischen Ellipsoids. Die optische Axenebene ist diejenige, welche gemeinschaftlich für die ganze Reihe ist, nämlich die Symmetrieebene. Das Zeichen der Doppelbrechung ist positiv.

Die folgenden Auslöschungswinkel wurden von zwei Schnittplatten geliefert, welche parallel der Symmetrieebene geschliffen worden sind:

Platte 1	42° 44'	hinter der Normale zu	$c\{004\}$
- 2	42 56	- - - -	$c\{004\}$
Mittel: 42° 50'			

Topsøe und Christiansen geben 43° 4' für denselben Winkel.

Diese Richtung ist diejenige der stumpfen Halbierungslinie des optischen Axenwinkels, und da  $ac = 73° 46'$ , so liegt sie 3° 24' nach vorwärts von der morphologischen Axe  $c$ . Die erste Mittellinie ist 42° 50' zur morphologischen Axe  $a$  geneigt, und gemeinschaftlich mit der zweiten Mittellinie liegt auch sie im stumpfen Winkel der morphologischen Axen  $ac$ .

Brechungsexponenten. Die Resultate mit sechs vortrefflich geschliffenen Prismen folgen auf S. 354 oben.

Ähnliche Bemerkungen gelten, was den Widerspruch zwischen den Werten vom Verf. und von Topsøe und Christiansen betrifft, wie im Falle des selensauren Ammonium-Magnesiums; der Widerspruch ist aber in diesem Falle nicht so ausgesprochen.

Der  $\beta$ -Exponent, für das Vacuum corrigiert, indem man 0,0004 zu dem in der Tabelle gegebenen Werte hinzufügt, wird für irgend eine Wellenlänge  $\lambda$  durch die folgende Formel ausgedrückt, genau bis zum grünen Thalliumstrahle und approximativ darüber hinaus:

$$\beta = 1,5080 + \frac{964040}{\lambda^2} - \frac{6471\,000\,000\,000}{\lambda^4} + \dots$$

Die  $\alpha$ -Exponenten werden auch durch die Formel wiedergegeben, wenn

## Brechungsexponenten von selensaurem Ammonium-Zink.

Index:	Natur des Lichtes:	Prismen 1 und 2	Prismen 3 und 4	Prismen 5 und 6	Mittl. Brech.-Exp.:	Werte von Topsoe u. Christians.:
$\alpha$						
Schwingungs- richtung parallel der zweiten Mittellinie	<i>Li</i>	1,5198—204	1,5202—2	—	1,5204	—
	<i>C</i>	1,5204—8	1,5207—5	—	1,5206	—
	<i>Na</i>	1,5237—40	1,5242—2	—	1,5240	1,5233
	<i>Tl</i>	1,5270—4	1,5275—4	—	1,5273	—
	<i>F</i>	1,5313—8	1,5317—7	—	1,5316	—
	<i>G</i>	1,5377—84	1,5382—2	—	1,5384	—
$\beta$						
Schwingungs- richtung parallel der Symmetrie- axe <i>b</i>	<i>Li</i>	1,5258—64	—	1,5262—59	1,5260	—
	<i>C</i>	1,5263—6	—	1,5268—4	1,5265	1,5259
	<i>Na</i>	1,5299—302	—	1,5304—0	1,5300	1,5292
	<i>Tl</i>	1,5334—4	—	1,5336—4	1,5334	—
	<i>F</i>	1,5376—9	—	1,5380—76	1,5378	1,5366
	<i>G</i>	1,5440—3	—	1,5445—4	1,5443	—
$\gamma$						
Schwingungs- richtung parallel der ersten Mittellinie	<i>Li</i>	—	1,5345—4	1,5344—2	1,5344	—
	<i>C</i>	—	1,5350—49	1,5350—47	1,5349	—
	<i>Na</i>	—	1,5385—5	1,5385—3	1,5385	1,5372
	<i>Tl</i>	—	1,5424—49	1,5420—48	1,5420	—
	<i>F</i>	—	1,5464—2	1,5464—3	1,5463	—
	<i>G</i>	—	1,5530—29	1,5530—27	1,5529	—

Mittelwert von  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  für *Na*-Licht = 1,5308.

man die Constante 1,5080 um 0,0060 vermindert, und die  $\gamma$ -Indices, wenn man die Constante um 0,0085 vergrößert.

Veränderung der Refraction durch Temperaturerhöhung. Die Indices sind bei 70° wiederbestimmt worden mit Hilfe von zwei der Prismen, welche  $\alpha$  und  $\beta$  resp.  $\alpha$  und  $\gamma$  lieferten.

Brechungsexponenten von selensaurem Ammonium-Zink bei 70°.

Natur des Lichtes:	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
<i>Li</i>	1,5189	1,5246	1,5325
<i>C</i>	1,5194	1,5251	1,5330
<i>Na</i>	1,5229	1,5286	1,5367
<i>Tl</i>	1,5265	1,5321	1,5403
<i>F</i>	1,5308	1,5364	1,5446

Diese Werte sind niedriger als diejenigen für die gewöhnliche Temperatur um 0,0044 für  $\alpha$ , um 0,0044 für  $\beta$  und um 0,0048 für  $\gamma$ .

Axen des optischen Ellipsoids.

Axen der optischen Indicatrix:

$$\alpha : \beta : \gamma = 0,9964 : 4 : 1,0056.$$

Axen des optischen Velocitätsellipsoids:

$$a : b : c = 1,0039 : 4 : 0,9945.$$

Molekulare optische Constanten. Die folgenden sind die Werte

dieser Constanten, wie sie mit Hilfe der Schwebemethodedichtigkeit berechnet worden sind.

Axe der optischen Indicatrix:		$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Specifische Refraction	$\frac{n^2 - 1}{(n^2 + 2)d} = n$	$\left\{ \begin{array}{l} C \\ G \end{array} \right. \begin{array}{l} 0,1346 \\ 0,1384 \end{array}$	$\begin{array}{l} 0,1359 \\ 0,1397 \end{array}$	$\begin{array}{l} 0,1377 \\ 0,1415 \end{array}$
Molekulare Refraction	$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{d} = m$	$\left\{ \begin{array}{l} C \\ G \end{array} \right. \begin{array}{l} 66,26 \\ 68,11 \end{array}$	$\begin{array}{l} 66,88 \\ 68,76 \end{array}$	$\begin{array}{l} 67,77 \\ 69,66 \end{array}$
Specifische Dispersion	$n_G - n_C$	0,0038	0,0038	0,0038
Molekulare Dispersion	$m_G - m_C$	1,85	1,88	1,89
Molekulare Refraction	$\frac{n - 1}{d} M$	$C \quad 113,35$	114,63	116,46

Optischer Axenwinkel. Drei Paare von Schnittplatten senkrecht zu beiden Mittellinien wurden mit Hilfe des Schnitt- und Schleifgoniometers hergestellt. Der Winkel in Luft ist aber so groß und gleichzeitig ist die Doppelbrechung so schwach, daß nur solche Schnittplatten senkrecht zur ersten Mittellinie, welche auch sehr beträchtliche Breite besitzen (verglichen mit der für die Erzeugung kleiner Ringe und Hyperbeln notwendigen Dicke von 2 mm), den Austritt der optischen Axen in Luft zeigen. Solche große Platten erfordern große Krystalle, und nach zahlreichen Versuchen ist zufällig ein Krystall erhalten worden, welcher hinreichend groß und vollkommen war, um eine solche Schnittplatte zu liefern. Die Werte von  $2E$  in der folgenden Tabelle wurden mit dieser ausgezeichnet schönen Schnittplatte erhalten.

Scheinbarer Winkel in Luft von selensaurem Ammonium-Zink.

Licht:	$2E$
<i>Li</i>	167° 30'
<i>C</i>	167 50
<i>Na</i>	170 0
<i>Tl</i>	172 0
<i>F</i>	174 30

Sämtliche sechs Schnittplatten lieferten sehr gute Ringe und Hyperbeln, als man sie in  $\alpha$ -Bromnaphthalin eintauchte; in *F*-Licht war der scheinbare Durchmesser der innersten Ringe nur ein Millimeter, so daß die Empfindlichkeit der Messungen von  $2H_a$  und  $2H_o$  ganz ausgezeichnet war und ermöglichte, daß man die ausnahmsweise geringe Dispersion der optischen Axen,  $2V_{aF-Li}$ , mit Sicherheit bestimmen konnte (s. Tab. auf S. 356 oben).

Topsøe und Christiansen geben  $81^\circ 22'$  für  $2V_a$ . Für  $2E$  geben sie  $141^\circ 20'$  im Texte und  $171^\circ 20'$  in der anschließenden Tabelle; der letztere Wert ist ohne Zweifel der richtige, denn er stimmt ziemlich gut mit dem Werte des Verfs.

Bestimmung des wahren optischen Axenwinkels von  
selensaurem Ammonium-Zink.

Licht:	Nr. der Platte senkr. zur ersten Mittellinie:	Beobachtet $2H_a$	Nr. der Platte senkr. zur zweiten Mittellinie:	Beobachtet $2H_o$	Berechnet $2V_a$	Mittel $2V_a$
<i>Li</i>	{ 1	74° 34'	1a	88° 4'	82° 8'	82° 5'
	{ 2	74 35	2a	88 9	82 7	
	{ 3	74 34	3a	88 23	81 59	
<i>C</i>	{ 1	74 30	1a	88 0	82 8	82 5
	{ 2	74 34	2a	88 7	82 8	
	{ 3	74 32	3a	88 49	82 0	
<i>Na</i>	{ 1	74 44	1a	87 35	82 10	82 7
	{ 2	74 48	2a	87 40	82 10	
	{ 3	74 42	3a	87 54	82 4	
<i>Tl</i>	{ 1	73 58	1a	87 42	82 12	82 9
	{ 2	74 0	2a	87 43	82 12	
	{ 3	73 54	3a	87 25	82 2	
<i>F</i>	{ 1	73 32	1a	86 38	82 13	82 10
	{ 2	73 37	2a	86 43	82 14	
	{ 3	73 29	3a	86 52	82 3	

Dispersion der Mittellinien. Messungen des optischen Axenwinkels sind für *Li*- und *F*-Licht ausgeführt worden, indem die Schnittplatten senkrecht zur ersten Mittellinie in Chlorbenzol eingetaucht wurden, dessen Brechungsexponent für *Na*-Licht 1,5248 ist, etwas niedriger als der Mittel-exponent (1,5308) der Krystalle, und ebenso zum zweiten Male, während die Schnittplatten in Methylsalicylsäure eingetaucht wurden, deren Exponent ähnlicherweise höher (1,5360) als der mittlere Krystallexponent ist. Die beiden Bestimmungsreihen deuten an, daß die Mittellinie so dispergiert ist, daß sie 12' näher an der morphologischen Axe *a* für *Li*-Licht als für *F*-Licht liegt.

Wirkung einer Temperaturerhöhung auf den optischen Axenwinkel. Eine Reihe von Messungen sind bei 80° ausgeführt worden mit der großen Schnittplatte (Nr. 3 in der Tabelle), welche allein eine zuverlässige Bestimmung von  $2E$  erlaubte. Nach sehr langsamer Erhitzung und Erreichung von Konstanz bei 80° (für die Wärmeleitung des Krystallhalters corrigiert) während einer halben Stunde sind die folgenden Werte erhalten worden:

Natur des Lichtes:	$2E$ bei 80°
<i>C</i>	154° 46'
<i>Na</i>	153 10
<i>Tl</i>	154 40

Der scheinbare Winkel in Luft vermindert sich also um  $46\frac{1}{2}^{\circ}$ , wenn man den Krystall von 15° auf 80° erhitzt. Es wurde auch bemerkt, daß

die erste Mittellinie sich näher an die morphologische Axe  $a$  bewegt, als die Temperatur sich erhöhte; denn die optische Axenbewegung geschah hauptsächlich nur bei einer der Hyperbeln, derjenigen, welche der optischen Axe entsprach, welche im stumpfen Winkel der morphologischen Axen  $ac$  liegt.

Wiederbestimmung der Dichtigkeit analoger Kalium, Rubidium und Cäsium enthaltender Salze mit Hilfe der Schwebemethode.

Schwefelsaures Kalium-Magnesium  $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

		Für 20°/40
Für 14,4°/40	2,0344	2,0329
- 14,9°/40	2,0351	2,0344
- 16,2°/40	2,0350	2,0342
- 16,7°/40	2,0344	2,0334
	Mittel:	2,0337

Der angenommene Wert für 20°/40 ist 2,034.

Der früher erhaltene Wert für das gepulverte Salz war 2,0277 und der höchste der einzelnen Werte 2,0282.

Molekularvolum.  $\frac{M}{d} = \frac{399,84}{2,034} = 196,58$ .

Topische Axenverhältnisse.

$$\chi : \psi : \omega = 6,0741 : 8,1899 : 4,0892.$$

Schwefelsaures Rubidium-Magnesium  $Rb_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

		Für 20°/40
Für 13°/40	2,3880	2,3863
- 12,4°/40	2,3878	2,3860
- 13°/40	2,3877	2,3860
- 12,8°/40	2,3870	2,3853
	Mittel:	2,3859

Der angenommene Wert für 20°/40 ist 2,386.

Das frühere herausgegebene Resultat für das gepulverte Salz war 2,3822 und der höchste der einzelnen Werte 2,3856.

Molekularvolum.  $\frac{M}{d} = \frac{491,94}{2,386} = 206,18$ .

Topische Axenverhältnisse.

$$\chi : \psi : \omega = 6,1803 : 8,3518 : 4,1550.$$

Schwefelsaures Cäsium-Magnesium  $Cs_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

		Für 20°/40
Für 13,7°/40	2,6784	2,6767
- 13,6°/40	2,6770	2,6753
- 13,8°/40	2,6782	2,6765
- 12,4°/40	2,6775	2,6755
	Mittel:	2,6760



Das frühere Resultat für das gepulverte Salz war 2,6704 und der höchste der einzelnen Werte 2,6728.

$$\text{Molekularvolum. } \frac{M}{d} = \frac{585,94}{2,676} = 218,96.$$

Topische Axenverhältnisse.

$$\chi : \psi : \omega = 6,2608 : 8,6042 : 4,2544.$$

Schwefelsaures Kalium-Zink  $K_2Zn(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

		Für 20°/40°
Für 44°/4°	2,2468	2,2454
- 44,8°/4°	2,2472	2,2460
- 45°/4°	2,2465	2,2454
- 45,2°/4°	2,2474	2,2463
	Mittel:	2,2458

Der angenommene Wert für 20°/4° ist 2,246.

Das frühere Resultat für das gepulverte Salz war 2,2413 und der höchste der einzelnen Werte 2,2426.

$$\text{Molekularvolum. } \frac{M}{d} = \frac{440,56}{2,246} = 196,16.$$

Topische Axenverhältnisse.

$$\chi : \psi : \omega = 6,0462 : 8,4562 : 4,1444.$$

Schwefelsaures Rubidium-Zink  $Rb_2Zn(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

		Für 20°/40°
Für 43,3°/4°	2,5924	2,5907
- 43,8°/4°	2,5924	2,5908
- 43,4°/4°	2,5920	2,5905
- 43,7°/4°	2,5916	2,5900
	Mittel:	2,5905

Der angenommene Wert für 20°/4° ist 2,591.

Das frühere Resultat für das Pulver war 2,584 und der höchste der einzelnen Werte 2,5888.

$$\text{Molekularvolum. } \frac{M}{d} = \frac{532,66}{2,591} = 205,58.$$

Topische Axenverhältnisse.

$$\chi : \psi : \omega = 6,1436 : 8,3326 : 4,1754.$$

Schwefelsaures Cäsium-Zink  $Cs_2Zn(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

		Für 20°/40°
Für 46°/4°	2,8767	2,8755
- 44°/4°	2,8761	2,8744
- 44,1°/4°	2,8777	2,8760
- 44°/4°	2,8771	2,8754
	Mittel:	2,8753

Angenommener Wert für  $20^{\circ}/4^{\circ}$ : 2,875.

Das frühere Resultat für das Pulver war 2,8670 und der höchste der einzelnen Werte 2,8707.

$$\text{Molekularvolum. } \frac{M}{d} = \frac{626,66}{2,875} = 217,97.$$

Topische Axenverhältnisse.

$$\chi : \psi : \omega = 6,2445 : 8,5808 : 4,2564.$$

Selensaures Kalium-Magnesium  $K_2Mg(SeO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

		Für $20^{\circ}/4^{\circ}$
Für $17,9^{\circ}/4^{\circ}$	2,3642	2,3637
- $18,4^{\circ}/4^{\circ}$	2,3659	2,3655
- $19,8^{\circ}/4^{\circ}$	2,3634	2,3634
- $19,1^{\circ}/4^{\circ}$	2,3656	2,3654
	Mittel:	2,3645

Angenommener Wert für  $20^{\circ}/4^{\circ}$ : 2,365.

Das frühere Resultat für das Pulver war 2,3630 und der höchste der einzelnen Werte 2,3634.

$$\text{Molekularvolum. } \frac{M}{d} = \frac{493,4}{2,365} = 208,63.$$

Topische Axenverhältnisse.

$$\chi : \psi : \omega = 6,2424 : 8,2998 : 4,4756.$$

Selensaures Rubidium-Magnesium  $Rb_2Mg(SeO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

		Für $20^{\circ}/4^{\circ}$
Für $17,9^{\circ}/4^{\circ}$	2,6863	2,6857
- $18^{\circ}/4^{\circ}$	2,6827	2,6822
- $19,2^{\circ}/4^{\circ}$	2,6832	2,6830
- $18,5^{\circ}/4^{\circ}$	2,6842	2,6838
	Mittel:	2,6837

Angenommener Wert für  $20^{\circ}/4^{\circ}$ : 2,684.

Das frühere Resultat für die gepulverten Krystalle war 2,6805 und der höchste der einzelnen Werte 2,6808.

$$\text{Molekularvolum. } \frac{M}{d} = \frac{585,5}{2,684} = 218,15.$$

Topische Axenverhältnisse.

$$\chi : \psi : \omega = 6,2885 : 8,4705 : 4,2445.$$

Selensaures Cäsium-Magnesium  $Cs_2Mg(SeO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

		Für $20^{\circ}/4^{\circ}$
Für $17,2^{\circ}/4^{\circ}$	2,9398	2,9390
- $17,6^{\circ}/4^{\circ}$	2,9402	2,9395
- $17,8^{\circ}/4^{\circ}$	2,9396	2,9390
- $18,7^{\circ}/4^{\circ}$	2,9394	2,9390
	Mittel:	2,9394

Angenommener Wert für  $20^{\circ}/4^{\circ}$ : 2,939.

Das frühere Resultat für das gepulverte Salz war 2,9388 und der höchste der einzelnen Werte 2,9394.

$$\text{Molekularvolum. } \frac{M}{d} = \frac{679,5}{2,939} = 231,20.$$

Topische Axenverhältnisse.

$$\chi : \psi : \omega = 6,3807 : 8,7239 : 4,3270.$$

Selensaures Kalium-Zink  $K_2Zn(SeO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

		Für $20^{\circ}/4^{\circ}$
Für $17,9^{\circ}/4^{\circ}$	2,5575	2,5570
- $19^{\circ}/4^{\circ}$	2,5584	2,5584
- $19,2^{\circ}/4^{\circ}$	2,5587	2,5585
- $18^{\circ}/4^{\circ}$	2,5587	2,5582
	Mittel:	2,5580

Der frühere Wert für  $20^{\circ}/4^{\circ}$  für die gepulverten Krystalle war 2,5537 und der höchste der einzelnen Werte 2,5546.

$$\text{Molekularvolum. } \frac{M}{d} = \frac{534,12}{2,558} = 208,80.$$

Topische Axenverhältnisse.

$$\chi : \psi : \omega = 6,1812 : 8,2880 : 4,2045.$$

Selensaures Rubidium-Zink  $Rb_2Zn(SeO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

		Für $20^{\circ}/4^{\circ}$
Für $18^{\circ}/4^{\circ}$	2,8692	2,8686
- $18^{\circ}/4^{\circ}$	2,8694	2,8688
- $18,6^{\circ}/4^{\circ}$	2,8670	2,8666
- $18,6^{\circ}/4^{\circ}$	2,8666	2,8662
	Mittel:	2,8676

Angenommener Wert für  $20^{\circ}/4^{\circ}$ : 2,868.

Das frühere Resultat für die gepulverten Krystalle war 2,8604 und der höchste der einzelnen Werte 2,8614. Die Krystalle dieses Salzes waren häufig etwas getrübt, was innere Höhlungen andeutete. Diese Tatsache erklärt wahrscheinlich, daß die Differenz größer als gewöhnlich ist, denn die neuen Bestimmungen sind mit den ausgezeichnet klaren, kleinen Krystallen ausgeführt worden, welche bei den goniometrischen Messungen gebraucht worden sind.

$$\text{Molekularvolum. } \frac{M}{d} = \frac{626,22}{2,868} = 218,35.$$

Topische Axenverhältnisse.

$$\chi : \psi : \omega = 6,2913 : 8,4662 : 4,2492.$$

Selsaures Cäsium-Zink  $Cs_2Zn(SeO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

		Für $20^\circ/4^\circ$
Für $15,9^\circ/4^\circ$	3,1211	3,1198
- $15,8^\circ/4^\circ$	3,1220	3,1207
- $17,4^\circ/4^\circ$	3,1214	3,1206
- $16,2^\circ/4^\circ$	3,1219	3,1207
	Mittel:	3,1205

Angenommener Wert für  $20^\circ/4^\circ$ : 3,121.

Das frühere Resultat für das Pulver war 3,1153 und der höchste der einzelnen Werte 3,1175.

$$\text{Molekularvolum. } \frac{M}{d} = \frac{720,22}{3,121} = 230,77.$$

Topische Axenverhältnisse.

$$\chi : \psi : \omega = 6,3710 : 8,7106 : 4,3300.$$

## Vergleichung der Resultate

mit denjenigen für die analogen Kalium, Rubidium und Cäsium enthaltenden Salze (vergl. diese Zeitschr. 1893, 21, 494; 1897, 27, 113; 1900, 33, 1; 1902, 35, 529).

## Morphologie.

Habitus. Kein scharfer charakteristischer Habitus ist für die Krystalle der Ammoniumsalze beobachtet worden. Jede Varietät ist gefunden worden, von demjenigen, welcher die Kaliumsalze unterscheidet (dickes primäres Prisma mit großer Basis) bis zu demjenigen, welcher die Cäsiumsalze charakterisiert (Klinodomenprisma mit schmaler Basis). Der etwas vorherrschende Habitus war aber von mittlerem Typus (primäres Prisma, Basis und Klinodoma mehr oder weniger gleich entwickelt), wie er auch von den Rubidiumsalzen gewöhnlich gezeigt wird.

Axenverhältnisse. Diese werden in der folgenden Tabelle verglichen.

## Morphologische Axenverhältnisse.

Salz:	Axenverhältnisse: $a : b : c$
Kalium-Magnesiumsulfat	0,7443 : 1 : 0,4993
Rubidium - -	0,7400 : 1 : 0,4975
Ammonium - -	0,7400 : 1 : 0,4918
Cäsium - -	0,7279 : 1 : 0,4946
Kalium-Zinksulfat	0,7413 : 1 : 0,5044
Rubidium -	0,7373 : 1 : 0,5011
Ammonium -	0,7368 : 1 : 0,4997
Cäsium -	0,7274 : 1 : 0,4960

Salz:	Achsenverhältnisse:	
	$a : b : c$	
Kalium-Magnesiumselenat	0,7485	4 : 0,5034
Rubidium- - - - -	0,7424	4 : 0,5044
Ammonium - - - - -	0,7420	4 : 0,4966
Cäsium „ - - - - -	0,7344	4 : 0,4960
Kalium-Zinkselenat	0,7458	4 : 0,5073
Rubidium - - - - -	0,7434	4 : 0,5049
Ammonium - - - - -	0,7409	4 : 0,5040
Cäsium - - - - -	0,7344	4 : 0,4974

Die Hauptsache, welche aus der obigen Vergleichung hervorgeht, ist, daß die Verhältnisse der Ammoniumsalze so sehr ähnlich denjenigen der analogen Kalium-, Rubidium- und Cäsiumsalze sind, daß wahrer Isomorphismus ohne Zweifel existiert. Im Falle des Verhältnisses  $a:b$  ist der Wert für das Ammoniumsalz beinahe identisch mit demjenigen für das Rubidiumsalz.

Im Falle des Verhältnisses  $cb$  gilt keine Regel, aber in drei der Gruppen liegt der Wert für das Ammoniumsalz zwischen den Werten für das Kalium- und Cäsiumsalz, während bei der Magnesiumsulfatgruppe der Wert für das Ammoniumsalz etwas außerhalb jener Grenzen liegt.

Monosymmetrischer Axenwinkel. Die folgende Tabelle zeigt die Werte dieses Grundwinkels [das Complement von  $ac = (100):(001)$ ] für die verschiedenen Salze.

#### Werte des Axenwinkels.

Für <i>KMg</i> -Sulfat	104° 48'	Für <i>KMg</i> -Selenat	104° 48'
- <i>RbMg</i> - - - - -	105 59	- <i>RbMg</i> - - - - -	105 44
- <i>CsMg</i> - - - - -	107 6	- <i>CsMg</i> - - - - -	106 47
- <i>AmMg</i> - - - - -	107 6	- <i>AmMg</i> - - - - -	106 27
- <i>KZn</i> - - - - -	104 48	- <i>KZn</i> - - - - -	104 42
- <i>RbZn</i> - - - - -	105 53	- <i>RbZn</i> - - - - -	105 46
- <i>CsZn</i> - - - - -	107 4	- <i>CsZn</i> - - - - -	106 44
- <i>AmZn</i> - - - - -	106 52	- <i>AmZn</i> - - - - -	106 44

Es ist klar aus dieser Tabelle zu erschen, daß der monosymmetrische Winkel  $\beta$  für die Krystalle jedes Ammoniumsalzes sehr nahe identisch mit demjenigen der Krystalle des analogen Cäsiumsalzes ist. Dieser Winkel ist der stumpfe Winkel zwischen den kristallographischen Axen  $a$  und  $c$ .

Morphologische Winkel. Die Hauptwinkel zwischen den Flächen der Krystalle der sechzehn Salze sind auf den zwei nächsten Seiten tabuliert. Eine Analyse der Tabelle macht die folgenden Tatsachen offenbar.

Unter 36 verglichenen Winkeln kommt die Winkelveränderung in derselben Richtung vor, wenn Kalium durch Ammonium ersetzt wird, als



## Vergleichung der Krystallwinkel.

	KMg-Sulfat	RbMg-Sulfat	CsMg-Sulfat	AmMg-Sulfat	KZn-Sulfat	RbZn-Sulfat	CsZn-Sulfat	AmZn-Sulfat
$ac = (100):(001)$	75° 42'	74° 4'	72° 54'	72° 54'	75° 42'	74° 7'	72° 59'	73° 8'
$as = (100):(104)$	46 8	45 23	44 28	44 54	45 56	45 46	44 28	44 40
$sc = (104):(004)$	29 4	28 36	28 26	28 0	29 16	28 54	28 34	28 28
$cr' = (004):(204)$	63 17	64 2	65 10	64 25	68 38	64 20	65 15	64 56
$cs' = (004):(104)$	38 42	38 25	39 3	38 49	38 32	38 45	39 9	38 55
$s'r' = (104):(204)$	25 5	25 37	26 7	26 6	25 6	25 35	26 6	26 4
$r'a = (204):(100)$	44 34	44 57	44 56	42 44	44 10	44 33	44 46	44 56
$ap = (100):(110)$	35 38	35 26	34 50	35 46	35 37	35 22	34 54	35 43
$pp' = (110):(120)$	19 28	19 28	19 28	19 28	19 28	19 28	19 28	19 28
$p'b = (120):(040)$	34 54	35 6	35 42	35 46	34 55	35 10	35 44	35 49
$pb = (110):(040)$	54 22	54 34	55 10	54 44	54 23	54 38	55 9	54 47
$eq = (004):(044)$	25 48	25 35	25 47	25 41	25 58	25 44	25 23	25 33
$qb = (044):(040)$	64 42	64 25	64 43	64 49	64 2	64 16	64 37	64 27
$ao = (100):(111)$	49 48	48 35	47 35	48 0	49 10	48 27	47 37	47 52
$oq = (111):(044)$	27 24	27 2	27 0	26 34	27 34	27 47	27 3	26 57
$aq = (100):(044)$	76 42	75 37	74 35	74 34	76 44	75 44	74 49	74 49
$o'l = (044):(111)$	34 27	34 40	35 17	34 38	34 42	34 55	35 44	35 5
$o'a = (111):(100)$	68 54	69 43	70 8	70 48	68 34	69 24	69 59	70 6
$eo = (004):(111)$	34 44	34 9	33 49	33 33	34 54	34 24	33 54	33 57
$op = (111):(110)$	43 20	42 53	42 43	42 34	43 7	42 42	42 42	42 20
$ep = (004):(110)$	78 4	77 2	76 2	76 7	78 4	77 6	76 6	76 47
$po' = (110):(111)$	57 35	58 24	58 52	59 22	57 14	57 59	58 42	58 38
$oe = (111):(004)$	44 24	44 37	45 6	44 34	44 45	44 55	45 42	45 5
$bo = (040):(111)$	70 42	70 30	70 53	70 43	70 5	70 24	70 54	70 39
$os = (111):(040)$	49 48	49 30	49 7	49 47	49 55	49 36	49 9	49 24
$bo' = (040):(111)$	65 23	65 48	65 24	65 22	65 43	65 43	65 49	65 9
$o's' = (111):(040)$	24 37	24 42	24 39	24 38	24 47	24 47	24 44	24 54
$sq = (104):(044)$	38 6	37 38	37 20	36 58	38 24	37 54	37 27	37 34
$qp = (044):(110)$	86 44	87 45	88 32	88 22	86 5	87 7	88 24	88 0
$ps = (110):(104)$	55 43	55 7	54 8	54 40	55 34	54 59	54 9	54 29
$s'q = (104):(044)$	44 58	45 2	45 24	44 46	45 49	45 22	45 34	45 25
$qp' = (044):(110)$	63 52	63 5	62 28	62 26	63 47	63 6	62 29	62 27
$ps' = (110):(104)$	74 10	74 53	72 8	72 48	70 54	74 32	72 0	72 8
$r'o' = (204):(111)$	34 35	35 0	35 18	35 47	34 42	35 4	35 49	35 22
$o'p = (111):(110)$	92 54	92 48	92 20	91 36	93 2	92 36	92 25	92 4
$pr' = (110):(204)$	52 34	52 42	52 22	53 7	52 46	52 23	52 46	52 34

wenn Kalium durch Rubidium oder Cäsium ersetzt wird, bei 34 Fällen in den beiden Doppelsulfatgruppen und bei 33 und resp. 32 Fällen in den Magnesium- und Zink-Doppelselenatgruppen. Bei den Ausnahmen sind die Veränderungen sehr gering.

Also ist im allgemeinen die Winkelveränderung bei der Ersetzung von Kalium durch Ammonium in derselben Richtung, wie bei der Ersetzung des Kaliums durch Rubidium oder Cäsium.

## Vergleichung der Krystallwinkel.

	KMg- Selenat	RbMg- Selenat	CsMg- Selenat	AmMg- Selenat	KZn- Selenat	RbZn- Selenat	CsZn- Selenat	AmZn- Selenat
$\left\{ \begin{array}{l} ac = (100):(004) \\ as = (100):(104) \\ sc = (104):(004) \\ cr' = (004):(\overline{204}) \\ cs' = (004):(\overline{104}) \\ s'r' = (\overline{104}):(\overline{204}) \\ r'a = (\overline{204}):(\overline{100}) \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 75^{\circ}42' \\ 46\ 30 \\ 29\ 12 \\ 62\ 53 \\ 38\ 4 \\ 24\ 52 \\ 41\ 25 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 74^{\circ}46' \\ 45\ 50 \\ 28\ 56 \\ 63\ 37 \\ 38\ 20 \\ 25\ 47 \\ 41\ 37 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 73^{\circ}43' \\ 45\ 3 \\ 28\ 40 \\ 64\ 34 \\ 38\ 46 \\ 25\ 45 \\ 41\ 46 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 73^{\circ}33' \\ 45\ 12 \\ 28\ 21 \\ 64\ 11 \\ 38\ 22 \\ 25\ 49 \\ 42\ 16 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 75^{\circ}48' \\ 46\ 19 \\ 29\ 29 \\ 63\ 12 \\ 38\ 22 \\ 24\ 50 \\ 41\ 0 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 74^{\circ}44' \\ 45\ 47 \\ 28\ 57 \\ 63\ 42 \\ 38\ 24 \\ 25\ 18 \\ 41\ 34 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 73^{\circ}49' \\ 45\ 3 \\ 28\ 46 \\ 64\ 36 \\ 38\ 52 \\ 25\ 44 \\ 41\ 35 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 73^{\circ}46' \\ 45\ 1 \\ 28\ 45 \\ 64\ 36 \\ 38\ 52 \\ 25\ 44 \\ 41\ 38 \end{array} \right.$
$\left\{ \begin{array}{l} ap = (100):(110) \\ pp' = (110):(120) \\ p'b = (120):(010) \\ pb = (110):(010) \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 35\ 55 \\ 49\ 28 \\ 34\ 37 \\ 54\ 5 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 35\ 38 \\ 49\ 28 \\ 34\ 54 \\ 54\ 22 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 35\ 6 \\ 49\ 28 \\ 35\ 26 \\ 54\ 54 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 35\ 26 \\ 49\ 28 \\ 35\ 6 \\ 54\ 34 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 35\ 52 \\ 49\ 28 \\ 34\ 40 \\ 54\ 8 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 35\ 38 \\ 49\ 28 \\ 34\ 54 \\ 54\ 22 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 35\ 4 \\ 49\ 28 \\ 35\ 28 \\ 54\ 56 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 35\ 26 \\ 49\ 28 \\ 35\ 6 \\ 54\ 34 \end{array} \right.$
$\left\{ \begin{array}{l} cq = (004):(011) \\ qb = (011):(010) \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 26\ 0 \\ 64\ 0 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 25\ 47 \\ 64\ 13 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 25\ 29 \\ 64\ 34 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 25\ 29 \\ 64\ 34 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 26\ 8 \\ 63\ 52 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 25\ 50 \\ 64\ 10 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 25\ 31 \\ 64\ 29 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 25\ 50 \\ 64\ 10 \end{array} \right.$
$\left\{ \begin{array}{l} ao = (100):(111) \\ oq = (111):(011) \\ aq = (100):(011) \\ q'o = (011):(\overline{111}) \\ o'a = (\overline{111}):(\overline{100}) \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 49\ 43 \\ 27\ 27 \\ 77\ 10 \\ 34\ 16 \\ 68\ 34 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 49\ 3 \\ 27\ 16 \\ 76\ 19 \\ 34\ 34 \\ 69\ 7 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 48\ 11 \\ 27\ 9 \\ 75\ 20 \\ 35\ 0 \\ 69\ 40 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 48\ 21 \\ 26\ 51 \\ 75\ 12 \\ 34\ 38 \\ 70\ 10 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 49\ 35 \\ 27\ 42 \\ 77\ 17 \\ 34\ 34 \\ 68\ 12 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 48\ 59 \\ 27\ 19 \\ 76\ 18 \\ 34\ 37 \\ 69\ 5 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 48\ 12 \\ 27\ 14 \\ 75\ 26 \\ 35\ 6 \\ 69\ 28 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 48\ 15 \\ 27\ 11 \\ 75\ 26 \\ 35\ 0 \\ 69\ 34 \end{array} \right.$
$\left\{ \begin{array}{l} co = (004):(111) \\ op = (111):(110) \\ cp = (004):(110) \\ po' = (110):(\overline{111}) \\ o'c = (\overline{111}):(\overline{001}) \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 34\ 54 \\ 43\ 34 \\ 78\ 28 \\ 57\ 13 \\ 44\ 19 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 34\ 33 \\ 43\ 7 \\ 77\ 40 \\ 57\ 45 \\ 44\ 35 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 34\ 7 \\ 42\ 37 \\ 76\ 44 \\ 58\ 24 \\ 44\ 52 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 33\ 54 \\ 42\ 46 \\ 76\ 40 \\ 58\ 44 \\ 44\ 36 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 35\ 11 \\ 43\ 24 \\ 78\ 32 \\ 56\ 50 \\ 44\ 38 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 34\ 34 \\ 43\ 5 \\ 77\ 39 \\ 57\ 43 \\ 44\ 38 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 34\ 13 \\ 42\ 36 \\ 76\ 49 \\ 58\ 14 \\ 44\ 57 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 34\ 20 \\ 42\ 30 \\ 76\ 50 \\ 58\ 4 \\ 45\ 6 \end{array} \right.$
$\left\{ \begin{array}{l} bo = (010):(111) \\ os = (111):(101) \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 69\ 57 \\ 20\ 3 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 70\ 44 \\ 49\ 46 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 70\ 39 \\ 49\ 21 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 70\ 35 \\ 49\ 25 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 69\ 51 \\ 20\ 9 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 70\ 13 \\ 49\ 47 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 70\ 37 \\ 49\ 23 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 70\ 23 \\ 49\ 37 \end{array} \right.$
$\left\{ \begin{array}{l} bo' = (010):(\overline{111}) \\ o's' = (\overline{111}):(\overline{101}) \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 65\ 16 \\ 24\ 44 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 65\ 15 \\ 34\ 45 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 65\ 22 \\ 24\ 38 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 65\ 16 \\ 24\ 44 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 65\ 10 \\ 24\ 50 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 65\ 14 \\ 24\ 46 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 65\ 22 \\ 24\ 38 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 65\ 3 \\ 24\ 57 \end{array} \right.$
$\left\{ \begin{array}{l} sq = (104):(011) \\ qp = (011):(\overline{110}) \\ ps = (\overline{110}):(\overline{101}) \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 38\ 19 \\ 35\ 34 \\ 56\ 7 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 38\ 0 \\ 36\ 29 \\ 55\ 31 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 37\ 37 \\ 37\ 42 \\ 54\ 41 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 37\ 24 \\ 37\ 38 \\ 54\ 58 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 38\ 36 \\ 35\ 26 \\ 55\ 58 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 38\ 2 \\ 36\ 30 \\ 55\ 28 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 37\ 43 \\ 37\ 37 \\ 54\ 40 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 37\ 54 \\ 37\ 16 \\ 54\ 50 \end{array} \right.$
$\left\{ \begin{array}{l} s'q = (\overline{104}):(\overline{011}) \\ qp = (011):(110) \\ ps' = (110):(\overline{101}) \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 44\ 55 \\ 64\ 5 \\ 71\ 0 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 45\ 4 \\ 63\ 32 \\ 71\ 24 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 45\ 16 \\ 62\ 58 \\ 71\ 46 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 44\ 57 \\ 62\ 46 \\ 72\ 17 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 45\ 15 \\ 64\ 7 \\ 70\ 38 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 45\ 8 \\ 63\ 30 \\ 71\ 22 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 45\ 21 \\ 63\ 5 \\ 71\ 34 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 45\ 31 \\ 62\ 46 \\ 71\ 43 \end{array} \right.$
$\left\{ \begin{array}{l} s'o' = (\overline{204}):(\overline{111}) \\ op = (\overline{111}):(\overline{110}) \\ pr' = (110):(\overline{201}) \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 34\ 30 \\ 92\ 54 \\ 52\ 36 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 34\ 48 \\ 92\ 37 \\ 52\ 35 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 35\ 3 \\ 92\ 34 \\ 52\ 23 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 35\ 9 \\ 91\ 56 \\ 52\ 55 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 34\ 33 \\ 93\ 10 \\ 52\ 17 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 34\ 49 \\ 92\ 39 \\ 52\ 32 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 35\ 2 \\ 92\ 43 \\ 52\ 15 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 35\ 14 \\ 92\ 17 \\ 52\ 29 \end{array} \right.$

Der Betrag der Veränderung ist in der Regel größer als derjenige, welcher die Ersetzung von Kalium durch Rubidium begleitet, und bei der Mehrzahl der Winkel ist er entweder approximativ derselbe als wenn Cäsium für Kalium vertauscht wird oder größer als jener Betrag.

Diese Tatsachen werden klarer mit Hilfe der folgenden statistischen Analyse gemacht.

## Analyse der Vergleichung von 36 Winkeln.

Gruppe:	Zahl der Fälle, in welchen Veränderung ist in derselben Richt. als wenn <i>K</i> durch <i>Rb</i> oder <i>Cs</i> ersetzt wird:	Zahl derjenigen in Col. 2, bei wel- chen Veränderung größer ist als für Ersetzung von <i>K</i> durch <i>Rb</i> :	Zahl derjenigen in Col. 3, bei welchen Winkel liegt zwischen Werten für <i>Rb</i> - u. <i>Cs</i> - Salz. u. näh. Salz. u. näher an <i>Rb</i> : an <i>Cs</i> :			Außerhalb Wert für <i>Cs</i> -Salz:
<i>Mg</i> -Sulfatreihe	34	28	6	9	43	
<i>Zn</i> - -	34	34	5	18	8	
<i>Mg</i> -Selenatreihe	33	34	6	10	45	
<i>Zn</i> - -	32	29	6	14	42	

Es wird zunächst nützlich sein, die durchschnittlichen und die maximalen Beträge der Winkelveränderung zu vergleichen, ohne Rücksicht auf das Zeichen, d. h. die Richtung der Veränderung.

Gruppe:	Durchschnittsveränderung für Ersetzung von <i>K</i> durch			Maximalveränderung für <i>K</i> durch		
	<i>Rb</i>	<i>Cs</i>	<i>NH<sub>4</sub></i>	<i>Rb</i>	<i>Cs</i>	<i>NH<sub>4</sub></i>
<i>Mg</i> -Sulfatreihe	29'	58'	56'	74'	144'	138'
<i>Zn</i> - -	26	56	50	65	139	124
<i>Mg</i> -Selenatreihe	23	52	53	56	128	129
<i>Zn</i> - -	27	52	49	64	134	122

Man wird bemerken, daß sowohl die durchschnittliche Veränderung als auch die maximale Veränderung für die Ersetzung von Kalium durch Ammonium approximativ gleich derjenigen ist, welche die Ersetzung von Kalium durch Cäsium begleitet, und diese ist auch ca. zweimal so groß als diejenige, welche durch die Ersetzung von Kalium durch Rubidium verursacht wird. Dieses letztere ist eine neue und wichtige Tatsache, was die Beziehungen von Kalium, Rubidium und Cäsium betrifft. Denn nur die einzelnen Veränderungen sind früher vom Verf. verglichen worden, und jene zeigen nicht die Beziehungen so klar, besonders die directe Proportionalität zwischen Winkeländerung und Atomgewicht.

## Volum.

Specifische Gewichte. Die von der Schwebemethode bestimmten Dichtigkeiten für sämtliche 16 Salze sind in der nächsten Tabelle zusammengestellt.

	Spec. Gew. bei 20°/40		Spec. Gew. bei 20°/40
<i>AmMg</i> -Sulfat	1,723	<i>AmMg</i> -Selenat	2,058
<i>KMg</i> - -	2,034	<i>KMg</i> - -	2,365
<i>RbMg</i> - -	2,386	<i>RbMg</i> - -	2,684
<i>CsMg</i> - -	2,676	<i>CsMg</i> - -	2,939

	Spec. Gew. bei 200/40		Spec. Gew. bei 200/40
<i>AmZn</i> -Sulfat	1,932	<i>AmZn</i> -Selenat	2,261
<i>KZn</i> -	2,246	<i>KZn</i> -	2,558
<i>RbZn</i> -	2,591	<i>RbZn</i> -	2,868
<i>CsZn</i> -	2,875	<i>CsZn</i> -	3,121

Es wird klar sein, daß das Ammoniums Salz das leichteste in jeder Gruppe ist, denn die Dichtigkeiten folgen nach der Ordnung der molekularen Gewichte.

Molekularvolumina. Diese sind unten verglichen.

	Molekular- volum:	Diff. von <i>K</i> -Salz:		Molekular- volum:	Diff. von <i>K</i> -Salz:
<i>KMg</i> -Sulfat	196,58	—	<i>KMg</i> -Selenat	208,63	—
<i>RbMg</i> -	206,18	9,60	<i>RbMg</i> -	218,15	9,52
<i>AmMg</i> -	207,78	11,20	<i>AmMg</i> -	219,42	10,79
<i>CsMg</i> -	218,96	22,38	<i>CsMg</i> -	234,20	22,57
<i>KZn</i> -	196,16	—	<i>KZn</i> -	208,80	—
<i>RbZn</i> -	205,58	9,42	<i>AmZn</i> -	217,73	8,93
<i>AmZn</i> -	206,38	10,22	<i>RbZn</i> -	218,35	9,55
<i>CsZn</i> -	217,97	21,81	<i>CsZn</i> -	230,77	21,97

Das Molekularvolum des Ammoniums Salzes jeder Gruppe ist sehr nahe identisch mit demjenigen des Rubidiums Salzes, etwas höher in den drei ersten Gruppen und etwas geringer in der Zinkselenatgruppe. Dieses ist ein ähnliches Resultat demjenigen, welches in dem Falle der einfachen Alkalisulfate gefunden worden ist, denn das Molekularvolum des schwefelsauren Ammoniums ist ein wenig höher als dasjenige von schwefelsaurem Rubidium.

Die durchschnittliche Differenz für die Ersetzung von Kalium durch Rubidium ist 9,5 Einheiten, für die Ersetzung des Kaliums durch Ammonium 10,3 Einheiten, und für diejenige des Kaliums durch Cäsium 22,2 Einheiten.

Topische Axenverhältnisse. Die folgende Tabelle gibt diese Vergleichungsweise.

Salz:	Topische Axenverhältnisse.
	$\chi$ $\psi$ $\omega$
Kalium-Magnesiumsulfat	6,0711 : 8,1899 : 4,0892
Rubidium-	6,1803 : 8,3518 : 4,1550
Ammonium-	6,2320 : 8,4217 : 4,1448
Cäsium-	6,2608 : 8,6012 : 4,2541
Kalium-Zinksulfat	6,0462 : 8,1562 : 4,1141
Rubidium-Zinksulfat	6,1436 : 8,3326 : 4,1754

Salz:	Topische Axenverhältnisse.		
	$\chi$	$\psi$	$\omega$
Ammonium-Zinksulfat	6,1648	8,3670	4,1810
Cäsium-	6,2445	8,5808	4,2561
Kalium-Magnesiumselenat	6,2124	8,2998	4,1756
Rubidium-	6,2885	8,4705	4,2445
Ammonium-	6,3299	8,5310	4,2365
Cäsium-	6,3807	8,7239	4,3270
Kalium-Zinkselenat	6,1812	8,2880	4,2045
Rubidium-Zinkselenat	6,2913	8,4662	4,2492
Ammonium-	6,2742	8,4684	4,2681
Cäsium-	6,3710	8,7106	4,3300

Diese Axenverhältnisse zeigen, daß die Ersetzung des Kaliums durch Ammonium in dieser Salzreihe von sehr nahe derselben Ausdehnung der Entfernungen der Centren der Structureinheiten begleitet wird längs jeder der drei morphologischen Axenrichtungen, als diejenige, welche die Vertauschung von Rubidium für Kalium begleitet. (Als eine Structureinheit versteht man natürlich ein ganzes Molekül des Salzes.) Bei neun Fällen aus den zwölf ist die Ausdehnung etwas größer, und bei den anderen drei ist sie etwas geringer für die Ammoniumvertauschung als für die Rubidium-einführung. In gar keinem Falle erreicht die Ausdehnung für die Ersetzung des Kaliums durch Ammonium den Betrag, welchen man beobachtet, wenn Kalium durch Cäsium ersetzt wird. Die durchschnittliche Stellung des Ammoniumsalzes ist 0,0225 jenseits (auf der Cäsiumseite) des Rubidiumsalzes.

Es ist also eine Tatsache, daß das Molekül des Ammoniumdoppelsalzes irgend einer Salzgruppe dieser Reihe in bezug auf seine Raumdimensionen, sowohl was das Totalvolum als auch was die Richtungsdimensionen betrifft, eine Stellung einnimmt, welche sehr dicht an derjenigen des entsprechenden Rubidiumsalzes jener Gruppe ist.

Also wird die Ersetzung der zwei Atome des Alkalimetalles durch die zehn Atome der zwei Ammoniumgruppen,  $NH_4$ , von einer nur sehr wenig größeren Ausdehnung der molekularen Dimensionen<sup>1)</sup> begleitet, als wenn zwei Atome des familienanalogen Rubidiums für diejenigen des Kaliums eintreten, und von weit geringerer Ausdehnung als diejenige, welche die Vertauschung von Cäsium für Kalium begleitet. Eine genau ähnliche Tatsache ist schon für den Fall der einfachen Alkalisulfate bewiesen worden.

1) Unter »molekularen Dimensionen« muß man offenbar verstehen die Dimensionen, welche von den topischen Axenverhältnissen definiert werden. Es wird später in dieser und in der folgenden Mitteilung gezeigt werden, daß man sie richtiger als »Grenzen von molekularem Umfange« beschreiben kann, denn innerhalb derselben ist viel intermolekularer Raum ebenso wie Materie der Moleküle eingeschlossen.



Also verhält sich die Ammoniumgruppe,  $NH_4$ , nicht nur wie die Alkalimetalle, sondern sie kann auch innerhalb eines ähnlichen Raumes, Wirkungssphäre oder Bewegungssphäre, Platz finden.

Der in der Mitteilung über Ammoniumsulfat gemachte Vorschlag zur Erklärung dieser Tatsache, daß der freie Raum sehr groß ist mit der Größe der Materie verglichen, welche sich in dem ganzen von den topischen Axenverhältnissen definierten Raume eingeschlossen befindet, gilt sowohl bei diesen Doppelsalzen als bei den einfachen Alkalisulfaten.

Die wesentlich verschiedenen Naturen einer Ammoniumgruppe,  $NH_4$ , und eines alkalimetallischen Atoms ist aber klar von den geringen Abnormalitäten der Veränderungen längs der orientierten (Axen-)Richtungen, welche die Ammoniumersetzung begleiten, und welche man nicht nach irgend einer Regel summarisieren kann.

### Optische Eigenschaften.

Orientierung der optischen Indicatrix. Das optische Ellipsoid der ganzen Salzreihe hat durchweg eine gemeinschaftliche Axe, die Symmetrieaxe  $b$ , und für sämtliche Salze ist diese die mittlere  $\beta$ -Axe der Indicatrix. Gemäß der Symmetrie des monosymmetrischen Systems ist das Ellipsoid um diese Symmetrieaxe frei drehbar, und es ist gezeigt worden, daß solche Drehung in der Tat vorkommt, und zwar daß sie dem Atomgewichte des Alkalimetalles folgt. Es ist jetzt gefunden, daß die Ersetzung des Kaliums durch Ammonium von einer ähnlichen Drehung der Indicatrix begleitet wird.

Die relativen Stellungen der Indicatrix bei den verschiedenen Salzen werden am besten ausgedrückt, indem man die Neigungen zur verticalen krystallographischen Axe  $c$ , jener Axe des Ellipsoids tabuliert, welche sich in der Nähe der Normale zur Basis  $c\{004\}$  befindet. Bei sämtlichen 16 Salzen ist diese die zweite Mittellinie, und die minimale Axe  $\alpha$  der Indicatrix oder maximale Axe  $a$  des optischen Velocitätsellipsoids (des polarreciproken der Indicatrix). Die Dispersion der Mittellinien ist durchweg so gering, in der Tat nie  $20'$  überschreitend, daß die in der Tabelle gegebenen Werte die mittleren Stellungen für weißes Licht oder das Mittel des Spectrums sind.

Neigung der Axe  $\alpha$  der Indicatrix gegen die verticale  
Krystallaxe  $c$  in Front der letzteren.

<i>AmMg</i> -Sulfat	4° 58'	<i>AmMg</i> -Selenat	0° 13'
<i>KMg</i> - -	13 38	<i>KMg</i> - -	11 18
<i>RbMg</i> - -	21 14	<i>RbMg</i> - -	16 24
<i>CsMg</i> - -	46 43	<i>CsMg</i> - -	36 47

<i>AmZn</i> -Sulfat	6° 59'	<i>AmZn</i> -Selenat	3° 24'
<i>KZn</i> -	10 48	<i>KZn</i> -	9 9
<i>RbZn</i> -	16 43	<i>RbZn</i> -	13 13
<i>CsZn</i> -	30 16	<i>CsZn</i> -	24 57

Die Stellungen werden klarer mit Hilfe der Fig. 12, 13, 14 und 15 sein, welche die Stellungen der Mittellinien in den vier resp. Salzgruppen graphisch repräsentieren.

Fig. 12.

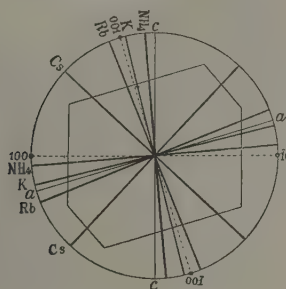


Fig. 13.

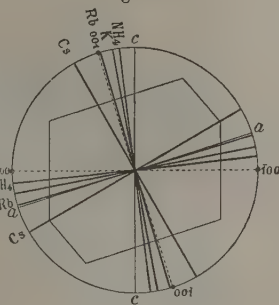


Fig. 14.

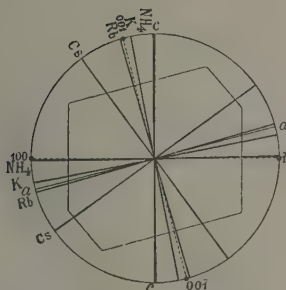
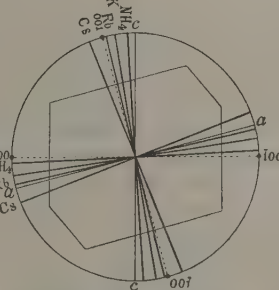


Fig. 15.



Man wird bemerken, daß die Stellung bei jedem Ammoniumsalz nächst der kristallographischen Axe *c* liegt, denn das Ellipsoid wird rückwärts gegen jene Axe gedreht, wenn Kalium durch Ammonium ersetzt wird, d. h. nach der entgegengesetzten Richtung, als bei der Ersetzung des Kaliums durch Rubidium oder Cäsium. Also stehen die Salze in dieser Hinsicht nach der Ordnung ihrer molekularen Gewichte.

Brechungsexponenten. Diese werden in der begleitenden Tabelle S. 370 oben verglichen.

Sämtliche Brechungsexponenten der vier Ammoniumsalze liegen zwischen denjenigen der analogen Rubidium- und Cäsiumsalze, und näher an denjenigen des Rubidiumsalses bei den ersten drei Gruppen, aber etwas näher an denjenigen des Cäsiumsalzes bei der Zinkselenatgruppe.

## Vergleichungstabelle der Brechungsexponenten.

Index:	Natur d. <i>KMg</i> -		<i>RbMg</i> -	<i>AmMg</i> -	<i>CsMg</i> -	<i>KZn</i> -	<i>RbZn</i> -	<i>AmZn</i> -	<i>CsZn</i> -
	Lichtes:	Sulfat:	Sulfat:	Sulfat:	Sulfat:	Sulfat:	Sulfat:	Sulfat:	Sulfat:
$\alpha$	<i>Li</i>	1,4584	1,4646	1,4685	1,4828	1,4748	1,4807	1,4858	1,4994
	<i>C</i>	1,4585	1,4650	1,4689	1,4832	1,4752	1,4814	1,4862	1,4998
	<i>Na</i>	1,4607	1,4672	1,4716	1,4857	1,4775	1,4833	1,4888	1,5022
	<i>Tl</i>	1,4634	1,4695	1,4740	1,4880	1,4797	1,4857	1,4914	1,5047
	<i>F</i>	1,4658	1,4724	1,4771	1,4912	1,4826	1,4886	1,4947	1,5079
	<i>G</i>	1,4699	1,4762	1,4814	1,4956	1,4866	1,4929	1,4992	1,5125
$\beta$	<i>Li</i>	1,4603	1,4664	1,4704	1,4830	1,4805	1,4856	1,4900	1,5020
	<i>C</i>	1,4607	1,4668	1,4705	1,4834	1,4809	1,4860	1,4904	1,5024
	<i>Na</i>	1,4629	1,4689	1,4730	1,4858	1,4833	1,4884	1,4930	1,5048
	<i>Tl</i>	1,4652	1,4713	1,4755	1,4884	1,4857	1,4908	1,4957	1,5073
	<i>F</i>	1,4678	1,4743	1,4786	1,4912	1,4889	1,4938	1,4990	1,5104
	<i>G</i>	1,4720	1,4782	1,4834	1,4957	1,4929	1,4980	1,5036	1,5151
$\gamma$	<i>Li</i>	1,4727	1,4755	1,4756	1,4888	1,4938	1,4947	1,4963	1,5064
	<i>C</i>	1,4734	1,4759	1,4760	1,4892	1,4942	1,4951	1,4967	1,5068
	<i>Na</i>	1,4755	1,4779	1,4786	1,4916	1,4969	1,4975	1,4994	1,5093
	<i>Tl</i>	1,4778	1,4805	1,4811	1,4940	1,4994	1,5001	1,5021	1,5119
	<i>F</i>	1,4810	1,4835	1,4842	1,4970	1,5027	1,5033	1,5056	1,5152
	<i>G</i>	1,4853	1,4876	1,4888	1,5015	1,5067	1,5078	1,5102	1,5199
Index:	Natur d. <i>KMg</i> -		<i>RbMg</i> -	<i>AmMg</i> -	<i>CsMg</i> -	<i>KZn</i> -	<i>RbZn</i> -	<i>AmZn</i> -	<i>CsZn</i> -
	Lichtes:	Selenat:	Selenat:	Selenat:	Selenat:	Selenat:	Selenat:	Selenat:	Selenat:
$\alpha$	<i>Li</i>	1,4936	1,4978	1,5034	1,5143	1,5087	1,5129	1,5204	1,5290
	<i>C</i>	1,4944	1,4983	1,5038	1,5148	1,5092	1,5134	1,5206	1,5295
	<i>Na</i>	1,4969	1,5011	1,5070	1,5178	1,5121	1,5162	1,5240	1,5326
	<i>Tl</i>	1,4999	1,5041	1,5104	1,5210	1,5151	1,5194	1,5273	1,5358
	<i>F</i>	1,5035	1,5077	1,5144	1,5248	1,5189	1,5233	1,5316	1,5399
	<i>G</i>	1,5091	1,5133	1,5205	1,5304	1,5244	1,5288	1,5381	1,5459
$\beta$	<i>Li</i>	1,4958	1,4997	1,5056	1,5145	1,5146	1,5188	1,5260	1,5326
	<i>C</i>	1,4963	1,5002	1,5060	1,5150	1,5151	1,5193	1,5265	1,5331
	<i>Na</i>	1,4994	1,5034	1,5093	1,5179	1,5181	1,5222	1,5300	1,5362
	<i>Tl</i>	1,5022	1,5060	1,5126	1,5211	1,5212	1,5253	1,5334	1,5394
	<i>F</i>	1,5058	1,5098	1,5166	1,5248	1,5252	1,5293	1,5378	1,5435
	<i>G</i>	1,5114	1,5152	1,5227	1,5305	1,5307	1,5351	1,5443	1,5495
$\gamma$	<i>Li</i>	1,5103	1,5100	1,5132	1,5204	1,5297	1,5294	1,5344	1,5375
	<i>C</i>	1,5108	1,5105	1,5136	1,5206	1,5302	1,5299	1,5349	1,5380
	<i>Na</i>	1,5139	1,5135	1,5169	1,5236	1,5335	1,5331	1,5385	1,5412
	<i>Tl</i>	1,5172	1,5167	1,5202	1,5269	1,5369	1,5365	1,5420	1,5446
	<i>F</i>	1,5210	1,5205	1,5242	1,5308	1,5410	1,5405	1,5463	1,5488
	<i>G</i>	1,5266	1,5264	1,5305	1,5364	1,5471	1,5466	1,5529	1,5549

Einen klaren Ausdruck der Beziehung liefert eine Vergleichung der mittleren Brechungsexponenten (der Mittelwerte aller drei Exponenten für jedes Salz), welche in der nächsten Tabelle gegeben wird.

Mittlere Brechungsexponenten  $1/3 (\alpha + \beta + \gamma)$  für Na-Licht.

<i>KMg</i> -Sulfat	1,4664	<i>KMg</i> -Selenat	1,5033
<i>RbMg</i> - "	1,4743	<i>RbMg</i> - "	1,5059
<i>AmMg</i> - "	1,4744	<i>AmMg</i> - "	1,5111
<i>CsMg</i> - "	1,4877	<i>CsMg</i> - "	1,5198
<i>KZn</i> - "	1,4859	<i>KZn</i> - "	1,5212
<i>RbZn</i> - "	1,4897	<i>RbZn</i> - "	1,5238
<i>AmZn</i> - "	1,4937	<i>AmZn</i> - "	1,5308
<i>CsZn</i> - "	1,5054	<i>CsZn</i> - "	1,5367

Der mittlere Brechungsexponent des Ammoniumsalzes jeder Gruppe ist etwas größer als der mittlere Brechungsexponent des Rubidiumsalses, aber nicht so hoch als derjenige des Cäsiumsalses. Der Wert ist ganz dicht an demjenigen des Rubidiumsalses bei der Gruppe von niedrigstem Molekulargewicht, bewegt sich aber weiter weg mit Zunahme des Molekulargewichtes, bis für die Gruppe von höchstem Molekulargewicht der Wert etwas näher an demjenigen für das Cäsiumsalz liegt.

Die Doppelbrechung. Diese Eigenschaft, wie sie von der Differenz zwischen den beiden äußersten Indices  $\alpha$  und  $\gamma$  für Na-Licht gemessen wird, soll zunächst verglichen werden.

Vergleichung der Doppelbrechung Na  $\gamma - \alpha$ .

<i>KMg</i> -Sulfat	0,0148	<i>KMg</i> -Selenat	0,0170
<i>RbMg</i> - "	0,0107	<i>RbMg</i> - "	0,0124
<i>AmMg</i> - "	0,0070	<i>AmMg</i> - "	0,0099
<i>CsMg</i> - "	0,0059	<i>CsMg</i> - "	0,0058
<i>KZn</i> - "	0,0194	<i>KZn</i> - "	0,0214
<i>RbZn</i> - "	0,0142	<i>RbZn</i> - "	0,0169
<i>AmZn</i> - "	0,0106	<i>AmZn</i> - "	0,0145
<i>CsZn</i> - "	0,0071	<i>CsZn</i> - "	0,0086

Es geht klar aus dieser Tabelle hervor, daß auch, was die Doppelbrechung betrifft, das Ammoniumsalz jeder Gruppe seine Stellung zwischen den Rubidium- und Cäsiumsalzen derselben Gruppe einnimmt. Die genaue Stellung ist näher an derjenigen des Cäsiumsalzes bei der Gruppe von geringstem Molekulargewicht, und näher an derjenigen des Rubidiumsalses bei der Gruppe von höchstem Molekulargewicht, entgegengesetzter Weise als für die mittlere Refraction.

Das Refractionsvermögen der Krystalle der vier Salze jeder Gruppe wird am besten von den berechneten Werten der Axen der optischen Indicatrix, oder ihres Polarrecipröks, des optischen Velocitätsellipsoids gezeigt, indem man die  $\beta$ -Axe des Kaliumsalzes als Einheit nimmt. Diejenigen für die Indicatrix werden in der folgenden Tabelle gegeben.

Axenverhältnisse der optischen Indicatrix  $\beta_{K\text{-Salz}} = 1$ .

Salz:	$\epsilon$	$\beta$	$\gamma$
Kalium-Magnesiumsulfat	0,9985 : 1		1,0086
Rubidium- -	1,0030 : 1,0041		1,0403
Ammonium- -	1,0060 : 1,0069		1,0407
Cäsium- -	1,0456 : 1,0457		1,0496
Kalium-Zinksulfat	0,9964 : 1		1,0092
Rubidium-Zinksulfat	1,0000 : 1,0034		1,0096
Ammonium- -	1,0037 : 1,0065		1,0409
Cäsium- -	1,0427 : 1,0445		1,0475
Kalium-Magnesiumselenat	0,9985 : 1		1,0099
Rubidium- -	1,0043 : 1,0027		1,0096
Ammonium- -	1,0053 : 1,0068		1,0419
Cäsium- -	1,0425 : 1,0426		1,0463
Kalium-Zinkselenat	0,9960 : 1		1,0404
Rubidium-Zinkselenat	0,9988 : 1,0027		1,0099
Ammonium- -	1,0039 : 1,0078		1,0434
Cäsium- -	1,0096 : 1,0419		1,0452

Man wird bemerken, daß die Indicatrix sich längs jeder der drei Axen ausdehnt, wenn Kalium durch Ammonium ersetzt wird, und mehr als wenn Kalium durch Rubidium ersetzt wird, aber nicht so viel als wenn Cäsium für Kalium eingeführt wird. Bei den ersten drei Gruppen sind die Dimen-

Tabelle der specifischen Refraction und Dispersion (Lorenz).

Salz	Specifische Refraction $\frac{n^2 - 1}{(n^2 + 2)d} = n$						Specifische Dispersion $ng - nc$		
	Für Strahl $C(H_a)$			Für Strahl $G(H_\gamma)$					
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
<i>AmMg</i> -Sulfat	0,4646	0,4624	0,4637	0,4633	0,4658	0,4673	0,0037	0,0037	0,0038
<i>KMg</i> - -	0,4343	0,4348	0,4379	0,4374	0,4377	0,4440	0,0028	0,0029	0,0034
<i>RbMg</i> - -	0,4459	0,4462	0,4484	0,4483	0,4487	0,4507	0,0024	0,0025	0,0026
<i>CsMg</i> - -	0,4068	0,4068	0,4079	0,4094	0,4094	0,4102	0,0023	0,0023	0,0023
<i>AmZn</i> - -	0,4487	0,4497	0,4544	0,4520	0,4532	0,4549	0,0033	0,0035	0,0035
<i>KZn</i> - -	0,4254	0,4267	0,4297	0,4280	0,4294	0,4324	0,0026	0,0027	0,0027
<i>RbZn</i> - -	0,4098	0,4108	0,4126	0,4124	0,4131	0,4150	0,0023	0,0023	0,0024
<i>CsZn</i> - -	0,4023	0,4027	0,4035	0,4045	0,4049	0,4057	0,0022	0,0022	0,0022
<i>AmMg</i> -Selenat	0,4438	0,4444	0,4462	0,4478	0,4484	0,4502	0,0040	0,0040	0,0040
<i>KMg</i> - -	0,4234	0,4236	0,4260	0,4263	0,4268	0,4299	0,0032	0,0032	0,0033
<i>RbMg</i> - -	0,4093	0,4096	0,4115	0,4120	0,4124	0,4144	0,0027	0,0028	0,0029
<i>CsMg</i> - -	0,4026	0,4026	0,4035	0,4052	0,4052	0,4062	0,0026	0,0026	0,0027
<i>AmZn</i> - -	0,4346	0,4359	0,4377	0,4384	0,4397	0,4445	0,0038	0,0038	0,0038
<i>KZn</i> - -	0,4168	0,4179	0,4208	0,4197	0,4209	0,4240	0,0029	0,0030	0,0032
<i>RbZn</i> - -	0,4049	0,4059	0,4077	0,4075	0,4086	0,4105	0,0026	0,0027	0,0028
<i>CsZn</i> - -	0,0989	0,0995	0,1002	0,1014	0,1020	0,1028	0,0025	0,0025	0,0026



sionen für das Ammoniumsalz viel näher an denjenigen des Rubidiums Salzes; bei der Zinkselenatgruppe nähern sich zwei der Axen des Ammoniumsalzes etwas mehr denjenigen des Cäsiumsalzes.

Molekulare optische Constanten. Diese werden in den vier Tabellen S. 372, 373 und 374 verglichen.

Sämtliche Werte für die metallischen Salze sind wiederberechnet worden mit Hilfe der specifischen Gewichte, welche von den neuen Schwebemethodenbestimmungen geliefert worden sind, um die Vergleichung vollkommen streng zu machen.

Tabelle der molekularen Refraction und Dispersion (Lorenz).

Salz	Molekulare Refraction $\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{d} = m$						Molekulare Dispersion $m_D - m_C$		
	Für Strahl $C (H_c)$			Für Strahl $D (H_D)$					
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
<i>KMg</i> -Sulfat	53,69	53,94	55,46	54,84	55,05	56,37	4,45	4,44	4,24
<i>RbMg</i> -	57,00	57,19	58,44	58,18	58,38	59,36	4,48	4,49	4,22
<i>AmMg</i> -	57,85	58,02	58,60	59,17	59,35	59,95	4,32	4,33	4,35
<i>CsMg</i> -	62,56	62,58	63,21	63,92	63,93	64,57	4,36	4,35	4,36
<i>KZn</i> -	55,25	55,84	57,42	56,37	57,00	58,35	4,42	4,49	4,23
<i>RbZn</i> -	58,54	59,02	59,96	59,73	60,26	61,26	4,22	4,24	4,30
<i>AmZn</i> -	59,27	59,74	60,36	60,62	61,07	61,74	4,35	4,36	4,38
<i>CsZn</i> -	64,09	64,37	64,85	65,46	65,74	66,25	4,37	4,37	4,40
<i>KMg</i> -Selenat	60,74	60,98	62,48	62,30	62,54	64,40	4,56	4,56	4,62
<i>RbMg</i> -	63,97	64,48	65,30	65,58	65,80	67,00	4,64	4,62	4,70
<i>AmMg</i> -	64,95	65,49	66,04	66,75	66,99	67,83	4,80	4,80	4,82
<i>CsMg</i> -	69,70	69,72	70,36	71,47	71,47	72,44	4,77	4,75	4,78
<i>KZn</i> -	62,37	62,98	64,52	63,93	64,57	66,23	4,56	4,59	4,74
<i>RbZn</i> -	65,67	66,30	67,44	67,32	67,99	69,20	4,65	4,69	4,76
<i>AmZn</i> -	66,26	66,88	67,77	68,44	68,76	69,66	4,85	4,88	4,89
<i>CsZn</i> -	74,23	74,63	72,18	73,06	73,46	74,06	4,83	4,83	4,88

Molekulare Refraction (Gladstone und Dale)  $\frac{n - 1}{d} M$  für Strahl  $C$ .

Salz:	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Kalium-Magnesiumsulfat	90,43	90,56	93,00
Rubidium- -	95,87	96,24	98,12
Ammonium- -	97,43	97,76	98,90
Cäsium- -	105,80	105,84	107,11
Kalium-Zinksulfat	93,24	94,33	96,94
Rubidium-Zinksulfat	98,94	99,94	104,78
Ammonium- -	100,34	101,24	102,54
Cäsium- -	108,94	109,54	110,47
Kalium-Magnesiumselenat	103,08	103,54	106,57
Rubidium- -	108,70	109,12	111,37

Salz:	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Ammonium-Magnesiumselenat	110,54	111,02	112,69
Cäsium- -	119,02	119,07	120,36
Kalium-Zinkselenat	106,32	107,55	110,71
Rubidium-Zinkselenat	112,10	113,39	115,70
Ammonium- -	113,35	114,63	116,46
Cäsium- -	122,19	123,02	124,15

Mittelwerte der Molekularrefraction  $1/3(\alpha + \beta + \gamma)$  für Strahl  $C$ .

<i>KMg</i> -Sulfat	91,23	<i>KMg</i> -Selenat	104,40
<i>RbMg</i> - -	96,74	<i>RbMg</i> - -	109,73
<i>AmMg</i> - -	98,03	<i>AmMg</i> - -	111,42
<i>CsMg</i> - -	106,25	<i>CsMg</i> - -	119,48
<i>KZn</i> - -	94,83	<i>KZn</i> - -	108,19
<i>RbZn</i> - -	100,20	<i>RbZn</i> - -	113,73
<i>AmZn</i> - -	104,35	<i>AmZn</i> - -	114,84
<i>CsZn</i> - -	109,64	<i>CsZn</i> - -	123,12

Was die spezifischen Refractions- und Dispersionsconstanten betrifft, steht das Ammoniumsalz bei jeder Gruppe in der ersten Stellung, mit höheren Constanten als das Kaliumsalz. Die Ordnung ist in der Tat diejenige der Molekulargewichte, die Differenzen aber vermindern sich, wenn das Molekulargewicht zunimmt.

Mit Hinsicht auf die Molekularrefraction, ob sie mit Hilfe der Formel von Lorenz oder von Gladstone und Dale berechnet wird, ist der Wert längs jeder der drei Axen des optischen Ellipsoids des Ammoniumsalzes jeder Gruppe etwas höher als der Wert für das entsprechende Rubidiumsalz. Dieselbe Tatsache wird kürzer durch die Mittelwerte der Molekularrefraction der Krystalle ausgedrückt.

Folglich nimmt, was die Molekularrefraction betrifft, das Ammoniumsalz dieselbe Stellung in der Reihe, sogleich nach dem Rubidiumsalze, ein, welche es auch in Rücksicht auf die molekularen Raumdimensionen (die topischen Axenverhältnisse) zu besitzen gezeigt worden ist.

Was die Molekulardispersion betrifft, liegen die Werte für das Ammoniumsalz näher an denjenigen des entsprechenden Cäsiumsalzes, und bei den beiden Selenatgruppen sind die Cäsiumsalzwerte etwas überschritten.

Optischer Axenwinkel. Dieser hängt von den Beziehungen zwischen den Längen der drei Axen des optischen Ellipsoids jedes Salzes ab. Die letzteren werden am bequemsten ausgedrückt, indem man die mittlere Axe  $\beta$  oder  $b$  als die Einheit betrachtet. Denn diese Verhältnisse bestimmen die Loci der kreisförmigen Durchschnitte des Ellipsoids, zu welchen die optischen Axen senkrecht stehen. Sie werden in der nächsten Tabelle für das Indicatrixellipsoid verglichen.

## Axenverhältnisse der Indicatrix.

	$\alpha : \beta : \gamma$
Kalium-Magnesiumsulfat	0,9985 : 4 : 4,0086
Rubidium- -	0,9988 : 4 : 4,0064
Ammonium- -	0,9994 : 4 : 4,0038
Cäsium- -	0,9999 : 4 : 4,0039
Kalium-Zinksulfat	0,9964 : 4 : 4,0092
Rubidium-Zinksulfat	0,9966 : 4 : 4,0064
Ammonium- -	0,9972 : 4 : 4,0043
Cäsium- -	0,9983 : 4 : 4,0030
Kalium-Magnesiumselenat	0,9985 : 4 : 4,0099
Rubidium- -	0,9987 : 4 : 4,0069
Ammonium- -	0,9985 : 4 : 4,0050
Cäsium- -	0,9999 : 4 : 4,0038
Kalium-Zinkselenat	0,9960 : 4 : 4,0104
Rubidium- -	0,9964 : 4 : 4,0072
Ammonium- -	0,9964 : 4 : 4,0036
Cäsium- -	0,9977 : 4 : 4,0033

Man wird bemerken, daß im ganzen die Stellung des Ammoniumsalzes irgend einer Gruppe wieder zwischen den Rubidium- und Cäsiumsalzen liegt; die zwei Abweichungen von dieser Regel sind nur im Betrage von 0,0004 resp. 0,0002.

Was die optischen Axenwinkel selbst betrifft, so sind diejenigen der beiden Magnesiumgruppen nicht für strenge Vergleichung geeignet, wegen der außerordentlichen Phänomene, welche von den Cäsiumsalzen dieser Gruppen gezeigt werden und unter denen sich die Erscheinung der Dispersion in gekreuzten Axenebenen befindet. Diese Phänomene sind in den früheren Mitteilungen vollständig beschrieben, und es ist bewiesen worden, daß sie die directe Folge des beschleunigten Fortschreitens (Verminderung) der Doppelbrechung mit Zunahme des Atomgewichtes des Alkalimetalls sind.

Optische Axenwinkel  $2V_a$ .

Licht:	KMg-Sulfat:	RbMg-Sulfat:	AmMg-Sulfat:
<i>Li</i>	48° 0' -	49° 6'	54° 20'
<i>C</i>	47 59	49 2	54 18
<i>Na</i>	47 54	48 46	54 14
<i>Tl</i>	47 48	48 29	54 2
<i>F</i>	47 40	48 10	50 36
	KMg-Selenat:	RbMg-Selenat:	AmMg-Selenat:
<i>Li</i>	39° 43'	47° 26'	54° 57'
<i>C</i>	39 42	47 24	54 55

Licht:	<i>KMg</i> -Selenat:	<i>RbMg</i> -Selenat:	<i>AmMg</i> -Selenat:
<i>Na</i>	39° 38'	47° 3'	54° 47'
<i>Tl</i>	39 34	46 37	54 33
<i>F</i>	39 25	46 6	54 4

	<i>KZn</i> -Sulfat:	<i>RbZn</i> -Sulfat:	<i>CsZn</i> -Sulfat:	<i>AmZn</i> -Sulfat:
<i>Li</i>	68° 47'	73° 42'	74° 30'	78° 57'
<i>C</i>	68 46	73 40	74 27	78 58
<i>Na</i>	68 44	73 33	74 44	79 0
<i>Tl</i>	68 42	73 27	73 52	79 2
<i>F</i>	68 9	73 48	73 34	79 3

	<i>KZn</i> -Selenat:	<i>RbZn</i> -Selenat:	<i>AmZn</i> -Selenat:	<i>CsZn</i> -Selenat:
<i>Li</i>	66° 42'	75° 46'	82° 5'	83° 33'
<i>C</i>	66 43	75 44	82 5	83 30
<i>Na</i>	66 45	75 8	82 7	83 6
<i>Tl</i>	66 47	75 2	82 9	82 43
<i>F</i>	66 20	74 55	82 40	82 44

Also sind die optischen Axenwinkel der beiden Ammonium-Magnesiumsalze etwas größer als diejenigen der entsprechenden Rubidiumsalsze. Bei den zwei Zinkgruppen besitzen auch die Ammoniumsalsze Stellungen an der höheren Seite der Rubidiumsalsze; im Falle der Zinkselenatsgruppe ist der Winkel nicht ganz so groß als derjenige des Cäsiumsalszes, während bei der Zinksulfatgruppe er größer als derjenige des Cäsiumsalszes ist.

Man muß sich aber erinnern, daß die gegenseitigen Beziehungen der drei Axen des optischen Ellipsoids, von welchen die optischen Axenwinkel abhängen, secundäre Wirkungen der Gesamtveränderung (Ausdehnung) des Ellipsoids sind, wenn man von einem Salze der Gruppe zu einem anderen übergeht; auch daß das ganze Ellipsoid sich gleichzeitig um die Symmetrieaxe dreht, und um verschiedene Beträge für verschiedene Wellenlängen des Lichtes. Außerdem hat die schnelle Veränderung der Doppelbrechung einen merklichen Einfluß auf die optischen Axenwinkelphänomene, besonders auf die Dispersion der optischen Axen für verschiedene Wellenlängen.

Folglich werden die optischen Axenwinkelphänomene sehr compliciert und sind nicht geeignet, die Wirkung der Veränderung des Atomgewichtes, oder die Stellung der Ammoniumgruppe klar zu zeigen. Die Gesamtveränderung der Axendimensionen des optischen Ellipsoids aber, die Umdrehung des Ellipsoids selbst, und der Betrag der Doppelbrechung, sind sämtlich, wie gezeigt wurde, bestimmten Regeln untergeordnet, welche das Atomgewicht des Alkalimetalls, das Molekulargewicht des ganzen Salzes, und die Stellung der Ammoniumgruppe,  $NH_4$ , in der Alkalireihe verbinden.

### Zusammenfassung der Schlußfolgerungen.

Die Hauptresultate dieser Untersuchung sind sehr ähnlich denjenigen, welche aus dem Studium des schwefelsauren Ammoniums (diese Zeitschr. 1904, 38, 626) und seiner Vergleichung mit den früher untersuchten Sulfaten von Kalium, Rubidium und Cäsium gezogen worden sind. Die Unterschiede sind hauptsächlich durch die Differenz krystallographischer Symmetrie veranlaßt. Die rhombische Reihe normaler Sulfate und Selenate zeigt äußerst geringe Krystallwinkeldifferenzen; in der Tat ist die maximale Differenz zwischen einem Kalium- und einem Cäsiumsalze nur  $44'$ . Entgegengesetzt zeigen die monosymmetrischen Doppelsulfate und Doppelselenate Differenzen, welche zwei Grade überschreiten, im Maximum  $144'$  bei den jetzt untersuchten Salzen.

Es war vielleicht zu erwarten, daß die Ersetzung eines so viel größeren Teils des Moleküls, als das Alkalimetall des einfachen Salzes  $R_2 \overset{s}{O}_4$  bildet, von einem größeren Betrage der Winkelveränderung begleitet werden würde, als wenn dieselbe Ersetzung in dem sehr viel größeren Moleküle des Doppelsalzes  $R_2M(\overset{s}{O}_4)_2 \cdot 6H_2O$  stattfindet, in welchem das Alkalimetall einen viel kleineren Teil bildet. Es scheint aber hier die Symmetrieordnung eine Rolle zu spielen, in dem Sinne, daß, je höher die Symmetrie ist, desto geringer die Winkelveränderung zwischen den äußeren Krystallflächen zu sein scheint, wenn ein Glied der die Salzreihe bildenden Familienreihe von Metallen oder Radicalgruppen das andere ersetzt. Es betont auch den vorherrschenden Einfluß des Alkalimetalls auf die krystallographischen Eigenschaften der Salze. Es ist daher viel leichter, die Stellung der Ammoniumgruppe,  $NH_4$ , in der Doppelsalzreihe zu bestimmen, was die äußere Morphologie der Krystalle betrifft, als im Falle der Reihe der einfachen Salze.

Die Ersetzung von Kalium durch die Ammoniumgruppe wird von Veränderungen der Winkel zwischen den Krystallflächen begleitet, in derselben Richtung, als wenn Kalium durch Rubidium oder Cäsium ersetzt wird, und sowohl der durchschnittliche Betrag als auch der maximale Betrag der Veränderung ist approximativ derselbe, als wenn Cäsium für Kalium eingeführt wird. Der monosymmetrische Grundwinkel  $\beta$  folgt derselben Regel, denn der Wert bei sämtlichen hier jetzt beschriebenen Ammoniumsalzen ist innerhalb  $10'$  identisch mit dem Werte für das analoge Cäsiumsalz.

Eine neue Tatsache, was die Beziehungen der drei Alkalimetalle betrifft, ist auch entdeckt worden, nämlich, daß die durchschnittlichen und die maximalen Veränderungen der Interflächenwinkel, wenn Kalium durch Rubidium oder Cäsium ersetzt wird, approximativ direct im Verhältnis der Veränderung des Atomgewichtes stehen. Denn die Werte für die Einführung



von Rubidium sind beinahe genau die Hälfte der Werte für die Einführung von Cäsium.

Die morphologischen Axenverhältnisse des Ammoniumsalzes jeder Gruppe sind sehr ähnlich denjenigen der Kalium-, Rubidium- und Cäsiumsalze der Gruppe, und liegen in der Regel innerhalb der Grenzen der letzteren. Die wahren Axenbeziehungen der vier Salze jeder Gruppe werden aber nur von den topischen Axenverhältnissen angedeutet, welche durch Verbindung der krystallographischen Axenverhältnisse mit dem Molekularvolumen erhalten werden, und welche die Entfernungen, längs der drei krystallographischen Axenrichtungen, der Centren angrenzender Structureinheiten, repräsentieren (vorausgesetzt, daß man unter einer Structureinheit ein ganzes Molekül  $R_2M(\frac{8}{6}O_4)_2 \cdot 6H_2O$  versteht).

Die spezifischen Gewichte folgen der Ordnung der Molekulargewichte der Salze; das Molekularvolumen aber des Ammoniumsalzes jeder Gruppe ist beinahe identisch mit demjenigen des Rubidiumsalzes derselben Gruppe.

Die topischen Axenverhältnisse deuten an, daß die Ausdehnung der Structureinheit (die Zunahme der Entfernung der Centren angrenzender Structureinheiten) längs jeder der drei krystallographischen Axen, wenn Kalium durch Ammonium ersetzt wird, beinahe identisch mit derjenigen ist, welche die Ersetzung von Kalium durch Rubidium begleitet, und im Durchschnitt etwas (sehr wenig) größer.

Die Spaltungsrichtung ist für sämtliche untersuchten Salze identisch, parallel dem Orthodoma  $r' \{201\}$ .

Das optische Schema ist ebenfalls für sämtliche Salze identisch; die optische Axenebene ist durchweg die Symmetrieebene. Die monosymmetrische Salzreihe unterscheidet sich von der rhombischen Einfachsalzreihe dadurch, daß das optische Ellipsoid nicht fest ist mit seinen Axen identisch mit den drei krystallographischen Axen; entgegengesetzt ist es frei um die einzige Symmetrieaxe drehbar. Diese mögliche Drehung findet in der That statt, und, wie in den Mitteilungen über die Kalium-, Rubidium und Cäsiumsalze gezeigt worden ist, nach einer bestimmten Regel, welche das Atomgewicht des Alkalimetalls mit dem Umdrehungsbetrage verbindet. Es ist jetzt gefunden worden, daß die Umdrehung im Falle der Ersetzung des Kaliums durch Ammonium eine solche ist, welche die vier Stellungen des Ellipsoids für die vier Salze irgend einer Gruppe in der Ordnung der Molekulargewichte läßt; d. h. daß das Ammoniumsalz an einem Ende der Schwingung ist und das Cäsiumsalz an dem anderen Ende.

Die Brechungsexponenten des Ammoniumsalzes irgend einer Gruppe liegen zwischen denjenigen der Rubidium- und Cäsiumsalze, und in der That sind die Werte gewöhnlich näher an denjenigen des Rubidiumsalzes. Der

mittlere Brechungsexponent zeigt dieselbe Beziehung, aber der Wert nähert sich demjenigen des Cäsiumsalzes, wenn das Molekulargewicht des Salzes zunimmt.

Die Axenverhältnisse des optischen Ellipsoids irgend eines Ammoniumsalzes sind auch zwischen denjenigen der analogen Rubidium- und Cäsiumsalze, und in der Regel viel näher an denjenigen des Rubidiumsalzes.

Die spezifische Refraction und Dispersion folgen nach der Ordnung der Molekulargewichte der Salze.

Die molekulare Refraction, sowohl die drei orientierten Werte als auch der Mittelwert jedes Ammoniumsalzes, ist sehr nahe dem Werte für das analoge Rubidiumsalz, in der That etwas unbedeutend höher auf der Cäsiumseite.

Es ist jetzt gezeigt worden, daß, was die drei Eigenschaften betrifft, welche sich auf die Structureinheit der Krystalle beziehen, nämlich das Molekularvolumen, die topischen Axenverhältnisse und die molekulare Refraction, das Ammoniumsalz irgend einer noch untersuchten Gruppe der Reihe sich beinahe genau so, wie das Rubidiumsalz verhält. Es ist früher gezeigt worden, mit Rücksicht auf die molekularen Constanten des schwefelsauren Ammoniums, daß die Stellung jenes Salzes in der Alkalisulfatreihe unmittelbar nach dem Rubidiumsalz folgt.

Was die Eigenschaften der Krystalle selbst betrifft, sind sie von zwei Arten. Diejenigen der einen Art folgen nach der Anordnung der Molekulargewichte, und daher steht in diesem Falle das Ammoniumsalz als das erste in der Reihe. In diese Classe fallen die specifischen Gewichte, die Umdrehung des optischen Ellipsoids und die spezifische Refraction und Dispersion. Also, während die gesamten Eigenschaften der Krystalle der Kalium-, Rubidium- und Cäsiumsalze Functionen des Atomgewichtes des Alkalimetalls, und daher des Molekulargewichtes des ganzen Salzes, sind, befolgen nur diese vier Eigenschaften eine ähnliche Regel im Falle der Ammoniumsalze. Bei den Eigenschaften der anderen Art nimmt das Ammoniumsalz Stellungen ein, welche für die verschiedenen Eigenschaften etwas variieren, von einer Stellung ganz nahe dem Rubidiumsalz und zwar etwas unbedeutend auf der Cäsiumseite davon, bis zu einer Stellung in der Nähe des Cäsiumsalzes. In diese Classe fallen die Interflächenwinkel, der monosymmetrische Axenwinkel, die drei Brechungsexponenten (den drei Axen des optischen Ellipsoids entsprechend), der Mittelbrechungsexponent für den ganzen Krystall, die Doppelbrechung und die Axenverhältnisse des optischen Ellipsoids.

Es wird interessant sein zu sehen, ob diese drei Hauptresultate für die vier jetzt untersuchten Salzgruppen in gleicher Weise auch für andere Gruppen der Reihe gelten, welche Verf. in der nächsten Zeit untersuchen

will. Unterdessen kann man über die Frage ihrer Bedeutung nachsinnen, insbesondere über die Raumbedingungen, welche die Ersetzung von zwei Atomen des Alkalimetalls, Kaliums, durch zehn Atome der zwei Ammoniumgruppen,  $NH_4$ , erlauben, ohne mehr Wirkung auf den krystallographischen Charakter und auf die Dimensionen und Eigenschaften der fundamentalen Structureinheit hervorzurufen, als wenn bloß eine Vertauschung für zwei Cäsiumatome stattgefunden hätte, und zwar in der Regel mit nur unbedeutend mehr Wirkung, als wenn die zwei eingeführten Atome diejenigen von Rubidium gewesen wären. Alle Speculation aber weggelassen, scheint eine weitere wichtige Tatsache bewiesen worden zu sein und aus dieser Untersuchung auffallend hervorzuragen, nämlich, daß der von den topischen Axen definierte Raum nicht mit der Materie ausgefüllt ist, sondern daß es verhältnismäßig viel intermolekularen freien Raum gibt, in welchen diese hinzugefügten Atome sich leicht einlagern können. Die optischen Resultate deuten weiter an, daß der freie Raum nicht nur intermolekular, sondern auch interatomistisch ist.

---

# XIX. Über topische Axen und über die topischen Parameter der Alkalisulfate und -selenate.

Von

A. E. H. Tutton in Oxford.

(Mit 1 Textfigur.)

Die Idee der »topischen« Axenverhältnisse, welche gleichzeitig von Muthmann und dem Verf. angewandt worden ist<sup>1)</sup>, hat sich als eine sehr fruchtbare erwiesen, und diese Constanten sind jetzt als der beste Ausdruck der fundamentalen Structurbeziehungen zwischen den Krystallen irgend einer Reihe von isomorphen Salzen angenommen. Verf. hat sie definiert als »die relativen Entfernungen der Centren angrenzender Structureinheiten (oder Krystallbausteingruppen, falls die Structur aus mehr als einer Art von Bausteinen, welche zusammen der chemischen Formel entsprechen, besteht) längs der drei Richtungen der morphologischen Axen« (diese Zeitschr. 1897, 27, 115 und 1904, 38, 619). Sie repräsentieren auch in einfachen Fällen für die verschiedenen Glieder der Reihe die relativen Längen der Kanten des Elementarparallelepipeds, dessen Volum von dem Molekularvolum repräsentiert ist, und deren Kantenbeziehungen durch die krystallographischen Axenverhältnisse ausgedrückt sind.

Wenn die Structureinheiten (Krystallbausteine) dicht in vollkommener Berührung auf allen Seiten zusammengepackt würden, und feste Materie durchweg vorhanden wäre, würden die topischen Axenverhältnisse auch die relativen Größen der chemischen Moleküle selbst repräsentieren. Denn die Structureinheiten sind identisch mit den chemischen Molekülen, wie für sämtliche vom Verf. untersuchten Salze bewiesen wurde. Ein Krystall ist

---

<sup>1)</sup> Muthmann veröffentlichte dieselbe zuerst (diese Zeitschr. 1894, 22, 497); Verf. aber hatte schon einige Monate vorher die Idee angewandt, obgleich seine Mittheilung mit den Resultaten erst etwas später herausgegeben worden ist (Journal of the Chemical Society, Trans. 1894, 65, 628 und diese Zeitschr. 1895, 24, 1).

aber gewiß nicht durchaus fest; vielmehr haben die Untersuchungen über die Ammoniumsalze zweifellos festgestellt, daß es verhältnismäßig sehr viel freien Raum (Zwischenraum) gibt, so daß der Betrag an wirklicher Materie in dem von den topischen Axenverhältnissen definierten Raume gering ist. Außerdem, wenn es auch interatomistischen sowohl als intermolekularen Raum gibt, wie bei den optischen Resultaten für die Ammoniumsalze angedeutet wird, so ist der relative Betrag der Materie äußerst gering, sogar wenn man die Frage der zusammengesetzten Beschaffenheit der Atome selbst ganz außer Betrachtung läßt, welche von den wichtigen Untersuchungen von J. J. Thomson erhoben wird, und die daraus erfolgende Frage der Existenzfähigkeit von interelektronischem Raume.

Also hat die Untersuchung der Ammoniumsalze die Voraussetzung des Vers., betreffend die Existenz vom Zwischenraume, experimentell als eine Tatsache festgestellt, welche in der Mitteilung von vor zehn Jahren (diese Zeitschr. 24, 27) ausgesprochen worden ist.

Für den Zweck der Berechnung der topischen Parameter einer krySTALLISIERTEN Substanz ist es augenscheinlich von Wichtigkeit, daß man den Typus ihrer homogenen Structur richtig erkannt hat. Die Schlußfolgerung von Fedorow (diese Zeitschr. 1902, 35, 129), daß sämtliche bekannte Typen von homogenen, bei Krystallen entwickelten Structures in zwei Klassen zerfallen, die pseudokubische und pseudohexagonale, ist schon in der vorhergehenden Mitteilung erörtert worden. Die Gründe sind angegeben worden, warum man nicht die monosymmetrischen Doppelsulfate und Doppelselenate als pseudohexagonal annehmen kann, denn die Krystalle dieser Salze sind weit verschieden von einem wahren hexagonalen Typus. Der Fall der rhombischen normalen Alkalisulfate und Selenate liegt aber ganz anders, und die Annäherung an eine wahre hexagonale Structur ist hier so auffallend, daß der primäre Prismenwinkel nur um weniger als  $1^\circ$  von  $60^\circ$  abweicht. Der pseudohexagonale Charakter der Krystalle dieser Salze ist übrigens seit langer Zeit wohl bekannt gewesen, und die noch mehr bemerkenswerte Neigung zur Bildung von Drillingskrystallen, welche hexagonalen Pyramiden sehr ähnlich sind, ist seit vielen Jahren in den krystallographischen Textbüchern bei den Fällen der besser bekannten Sulfate von Kalium und Ammonium besprochen worden.

Ein vortreffliches Beispiel eines einfachen Krystalls des schwefelsauren Rubidiums, ähnlich einer hexagonalen Pyramide, ist in Fig. 9 auf S. 9 der Sulfatmitteilung von 1895 (loc. cit.) dargestellt; und Fig. 4 auf S. 70 der Selenatmitteilung (diese Zeitschr. 1898, 29) repräsentiert einen charakteristischen Drilling des selensauren Kaliums.

Also gibt es in diesem Falle ausreichende Gründe für die Annahme der Meinung Fedorows, daß das der homogenen Structur angehörende Raumgitter ein pseudohexagonales ist. Die Krystalle besitzen aber nicht



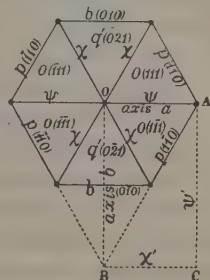
wahre hexagonale Symmetrie, sondern gehören zum rhombischen Symmetriesysteme, wie in den 1895 und 1898 publicierten Mitteilungen beschrieben worden ist, und als solche sind sie optisch zweiaxig. Folglich wurden die topischen Axenverhältnisse unter der Voraussetzung berechnet, daß das Elementarparallelepiped ein rechtwinklig rhombisches Prisma sei, dessen Kanten parallel zu den krystallographischen Axen sind und den Längen jener Axen proportional, während sein relatives Volum von dem Molekularvolum repräsentiert wird. In Betracht der außerordentlichen Approximation zur hexagonalen Symmetrie aber scheint es von Interesse, die topischen Axenverhältnisse auf die Voraussetzung Fedorows wieder zu berechnen, daß »die richtige Aufstellung« des Krystalles auf ein pseudo-hexagonales Raumgitter begründet sei.

Für diesen Zweck nimmt man an, daß es eine geringe Deformation aus der wahren hexagonalen Symmetrie gebe, durch welche ein Rhombus von  $60^\circ$  Winkel etwas flacher, zu einem von ungefähr  $59\frac{1}{2}^\circ$ , gemacht worden sei. Der genaue Deformationswinkel variiert für die verschiedenen Salze von  $59^\circ 24'$  bis  $59^\circ 49'$ . Die Anordnung des Krystalles wird klar aus der Figur hervorgehen.

Der Krystall wird  $90^\circ$  um die Verticalaxe gedreht, in diejenige Stellung, welche dem normalen hexagonalen Prisma und Pyramide (der ersten Ordnung) entspricht. Das Hexagon in der Figur repräsentiert die Basis des hexagonalen Prismas, und die sechs Dreiecke, in welche die hexagonalen Axen es teilen, repräsentieren die entsprechende Pyramide.

Das erste besteht aus den zwei Paaren von primären Prismenflächen,  $p$ , und dem Paare von Brachypinakoidflächen,  $b$ . Die letztere wird durch die vier primären Pyramidenflächen,  $o$ , und das Paar von Brachydomenflächen,  $q'$ , gebildet. Die Punkte an den Ecken und am Centrum repräsentieren die Punkte des Raumgitters.

Wenn  $\chi$ ,  $\psi$ ,  $\omega$  die neuen topischen Axenverhältnisse repräsentieren, und  $\chi'$ ,  $\psi'$ ,  $\omega'$  die früher gegebenen, so ist die Richtung  $OA$  der rhombischen Axe  $a$  diejenige der neuen mittleren topischen Axe  $\psi$ , und sie ist identisch mit der alten topischen Axe  $\chi'$ . Die Richtung  $OB$  der alten topischen Axe  $\psi'$ , welche derjenigen der rhombischen Axe  $b$  entspricht, ist jetzt keine der topischen Axenrichtungen mehr; anstatt ihrer hat man ein Paar gleicher pseudo-hexagonaler topischer Axen  $\chi$ , aber von etwas verschiedener Länge, verglichen mit der topischen Axe  $\psi$ . Die rhombische Verticalaxe  $c$  ist auch die neue Verticalaxe, und ihre Richtung ist diejenige von sowohl der neuen als auch von den alten topischen Axen  $\omega$  und  $\omega'$ .



Wenn  $V$  das Molekularvolum sei, werden die Werte der neuen topischen Axen wie folgt:

$$\chi = \frac{1}{2} \sqrt{1 + a^2} \cdot \sqrt[3]{\frac{2V}{ac}},$$

$$\psi = \sqrt[3]{\frac{2a^2V}{c}},$$

$$\omega = \sqrt[3]{\frac{2c^2V}{a}}.$$

Diese Formeln sind bei den Berechnungen der Werte der topischen Axenverhältnisse gebraucht worden, welche in der Tabelle auf S. 386 gegeben werden. Mit Ausnahme der (von Herrn Prof. Groth empfohlenen) Vertauschung der Werte von  $\chi$  und  $\psi$  sind sie identisch mit denjenigen, welche von Gossner angewandt worden sind (diese Zeitschr. 1904, **39**, 467) für den Zweck der Vergleichung der topischen Axenverhältnisse des wirklich hexagonalen Glaserit  $K_3Na(SO_4)_2$ , mit denjenigen von schwefelsaurem Kalium, als pseudohexagonal betrachtet.

Es war auch wünschenswert, so weit als möglich die spezifischen Gewichte dieser Salze wieder mit Hilfe der Schwebemethode zu bestimmen, wie für die Doppelsulfate und Selenate. Nur drei, schwefelsaures Kalium, selensaures Kalium und schwefelsaures Ammonium, sind für den directen Gebrauch der Methode geeignet, denn die Rubidium- und Cäsiumsulfate und -Selenate sind schwerer als Methylenjodid, die schwerste brauchbare Eintauchungsflüssigkeit. Die spezifischen Gewichte jener drei Salze sind folglich mit der Schwebemethode bestimmt worden, in der Weise, welche in der vorhergehenden Mitteilung beschrieben worden ist.

Eine wichtige Tatsache wurde aber bei den Wiederbestimmungen der Dichtigkeit der Doppelsalze nachgewiesen, nämlich, daß der von der Schwebemethode erhaltene Wert, wenn das Salz vollkommen durchsichtig war, gewöhnlich beinahe identisch mit dem höchsten der einzelnen Werte war, welche früher mit der Pyknometermethode mit gepulvertem Salz erhalten worden waren.

Folglich, wenn man den höchsten Wert, welcher in den Mitteilungen von 1895 oder 1898 über die einfachen Sulfate oder Selenate angegeben worden ist, für das spezifische Gewicht jedes der Rubidium- und Cäsiumsalze anstatt des Mittelwertes annimmt, werden die so erhaltenen Werte genau vergleichbar mit denjenigen für die spezifischen Gewichte der Kalium- und Ammoniumsalze sein, welche mit Hilfe der Schwebemethode erhalten worden sind.

Diese Werte für die spezifischen Gewichte sind daher bei den neuen Berechnungen der topischen Axenverhältnisse angewandt worden.

**Neue Bestimmungen der specifischen Gewichte von  
Kaliumsulfat und -selenat und von Ammoniumsulfat mit der  
Schwebemethode.**

**Schwefelsaures Kalium.**

		Für 20°/4°
Für 16,4°/4°	2,6650	2,6640
- 16,8°/4°	2,6661	2,6652
- 18,4°/4°	2,6650	2,6646
- 18,1°/4°	2,6657	2,6652
Mittel:		2,6648

Also kann man den Wert, welcher von dem Gebrauche der Schwebemethode mit kleinen einzelnen Krystallen für 20°,4° erhalten wird, als 2,665 annehmen. Der höchste der Werte, welcher mit der Pyknometermethode und gepulvertem Salze früher erhalten worden ist, war 2,6660, also eine Einheit der 3. Decimale höher, und dieser Wert ist folglich vom Verf. angenommen, als der wahrscheinlichst richtige, für vollkommene, von Höhlungen freie Krystalle. Er ist identisch mit dem Werte von Retgers.

**Selensaures Kalium.**

		Für 20°/4°
Für 16,7°/4°	3,0666	3,0656
- 17,8°/4°	3,0692	3,0685
- 17,6°/4°	3,0650	3,0643
- 17,5°/4°	3,0671	3,0663
- 17,5°/4°	3,0696	3,0688
Mittel:		3,0667

Der angenommene Wert für 20°,4° für die Schwebemethode ist also 3,067. Dieser ist auch identisch mit dem höchsten einzelnen Resultate der Pyknometerbestimmungen mit dem gepulverten Salze.

**Schwefelsaures Ammonium.**

		Für 20°/4°
Für 16,9°/4°	1,7724	1,7719
- 17,0°/4°	1,7720	1,7715
- 17,2°/4°	1,7719	1,7714
- 15,3°/4°	1,7726	1,7718
- 16,5°/4°	1,7722	1,7716
Mittel:		1,7716

Der angenommene Wert für 20°,4° ist daher 1,772. Dieser ist 0,003 höher als die höchste der Pyknometerbestimmungen mit gepulvertem Salze, aber er ist 0,002 niedriger als der Wert von Retgers. Verf. hat nicht

weniger als zehn Bestimmungen mit der Schwebemethode ausgeführt, mit ganz verschiedenen Krystallisationen von kleinen vollkommenen, ausnahmsweise von Höhlungen freien Krystallen, aber kein Resultat ist höher als die oben gegebenen Werte. Also scheint 1,772 das wahre spezifische Gewicht zu sein.

Das selensaure Ammonium ist nicht in dieser Untersuchung eingeschlossen, weil es Verf. bis jetzt nicht gelungen ist, rhombische Krystalle dieses Salzes, isomorph mit den anderen der Reihe, darzustellen. Er hofft aber in kurzem eine eingehende Untersuchung über dieses Salz zu unternehmen.

Die folgenden Tabellen geben eine Vergleichung der Dichtigkeiten, Molekularvolumina und topischen Axenverhältnisse der sieben Salze der Reihe, sowie auch der Molekulargewichte<sup>1)</sup>, welche bei den Berechnungen angewandt worden sind, und der aus den früheren, 1895, 1898 und 1904, Mitteilungen entnommenen krystallographischen Axenverhältnisse, welche mit den Volumina für die Berechnung der topischen Axenverhältnisse notwendig sind.

Neue Werte für Dichtigkeit und Molekularvolum, sowie auch Axenverhältnisse der Alkalisulfate und Selenate.

Salz:	Specificsches Gewicht:	Molekulargewicht ( $H = 1$ )	Molekularvolum $V$	Axenverhältnisse $a : b : c$
$K_2SO_4$	2,666	173,04	64,94	0,5727 : 1 : 0,7448
$Rb_2SO_4$	3,615	265,14	73,34	0,5723 : 1 : 0,7485
$(NH_4)_2SO_4$	1,772	134,20	74,04	0,5635 : 1 : 0,7319
$Cs_2SO_4$	4,246	359,14	84,58	0,5712 : 1 : 0,7534
$K_2SeO_4$	3,067	219,82	74,67	0,5734 : 1 : 0,7319
$Rb_2SeO_4$	3,902	311,92	79,94	0,5708 : 1 : 0,7386
$Cs_2SeO_4$	4,456	405,92	91,09	0,5700 : 1 : 0,7424

Topische Parameter der Alkalisulfate und Selenate für ein pseudohexagonales Raumbgitter.

Salz:	$\chi$	$\psi$	$\omega$
$K_2SO_4$	3,8810	3,8574	4,9964
$Rb_2SO_4$	4,0304	4,0039	5,2366
$(NH_4)_2SO_4$	4,0792	4,0051	5,2020
$Cs_2SO_4$	4,2187	4,1849	5,5175
$K_2SeO_4$	4,0294	4,0068	5,1171
$Rb_2SeO_4$	4,1672	4,1315	5,3461
$Cs_2SeO_4$	4,3457	4,3040	5,6058

1. Sämtliche Molekulargewichte in dieser und der vorhergehenden Mitteilung sind auf die internationale Atomgewichte für 1905 und  $H = 1$  begründet.

Es wird aus diesen tabulierten Resultaten klar hervorgehen, daß die Schlußfolgerungen, welche in den früheren Mitteilungen für ein rechtwinkelig-rhombisches Raunggitter gegeben worden sind, ebenso auch für ein pseudohexagonales Raunggitter gelten. Sie sind, kurz gefaßt, wie folgt:

1. Eine Zunahme des Atomgewichtes des Alkalimetalles wird von einer Ausdehnung sämtlicher topischer Parameter begleitet, d. h. von einer Vergrößerung der Entfernung der Structureinheiten längs jeder der pseudohexagonalen Axenrichtungen.

2. Die Ausdehnung vergrößert sich, wenn das Atomgewicht steigt, so daß die mittleren Stellungen für das Rubidiumsals etwas näher an demjenigen des Kaliumsalses als an demjenigen für das Cäsiumsals liegen.

3. Eine ähnliche Verlängerung der topischen Parameter begleitet die Ersetzung von Schwefel durch Selen.

4. Die topischen Parameter des schwefelsauren Ammoniums sind sehr nahe an denjenigen des schwefelsauren Rubidiums, und, im Durchschnitt, ist die Stellung des schwefelsauren Ammoniums in der Reihe, was seine Raumdimensionen betrifft, etwas unbedeutend nach derjenigen des schwefelsauren Rubidiums, d. h. etwas (sehr gering) auf der Cäsiumsulfatseite des letzteren Salzes.

Es ist also klar, daß sämtliche frühere Schlußfolgerungen des Verfassers über den Einfluß des Atomgewichtes auf die Krystallstructur, über die Stellung der Ammoniumgruppe  $NH_4$  in der Alkalireihe, und über die daraus folgende Existenz von intermolekularem und interatomistischem Raume nicht nur völlig festgestellt sind, sondern auch sogar eleganter bewiesen werden durch die Annahme der Meinung von Fedorow, daß die richtige Aufstellung der Krystalle einem pseudohexagonalen Raunggitter entspricht.



## XX. Auszüge.

1. J. C. W. Humfrey (in Cambridge): Die Wirkung einer Spannung auf die krystallinische Structur des Blei (Phil. Trans. Roy. Soc. London 1903, A. 200, 225—240).

Eine Fortsetzung der Arbeit von Ewing und Rosenhain (Phil. Trans. A. 193, 353; 195, 279; s. diese Zeitschr. 36, 83, über den Fall eines einfachen, aus reinem, sehr grobkrySTALLINISCHEM Gußblei erhaltenen Krystalles.

Die großen Krystalle wurden mit einer feinen Säge aus der an der Oberfläche einer langsam abgekühlten Bleischmelze erhaltenen Kruste nach Ausgießen der unten befindlichen Flüssigkeit ausgeschnitten. Die obere Fläche einer derartigen Kruste zeigt farnkrautähnliche rechtwinklige Krystalskelette, während die untere rauh ist mit kleinen oktaëdrischen Hügeln, welche an den benachbarten Krystallen eine verschiedene Lage haben.

Die ausgeschnittenen Krystalle erhalten unter halbstündiger Wirkung von 20 %  $HNO_3$  eine ziemlich glatte und ebene Oberfläche, während eine zweitägige Ätzung mit sehr schwacher Säure kleine regelmäßige Vertiefungen hervorruft, und zwar in Form eines Cubooktaëders, dessen Flächen Quadrate resp. Sechsecke sind, wobei die Kanten der ersteren nach den Ästen der Skelette laufen.

Die einfachen Krystalle sind plastisch, wie ein gewöhnliches krystallinisches Aggregat, und zeigen weder plötzliche Spaltbarkeit, noch Absonderung.

Gleitlinien. Ein Krystall von  $5-7\text{ cm} \times 1,3 \times 0,3\text{ cm}$  nach der Ätzung und darauffolgender Spannung unter dem Mikroskop entwickelt Gleitlinien nach Gleitflächen parallel zu den Oktaëderflächen.

Nach der Spannung durch Zug sind die verschiedenen Teile eines ursprünglich einfachen Krystals nicht mehr genau parallel. Dies ist einer Nichthomogenität der Spannung zuzuschreiben, weil der Krystall an den Stellen, wo zuerst die Gleitung stattfindet, schwächer wird, wodurch eine weitere Gleitung am leichtesten an denselben Stellen erfolgt. Diese ist nicht mit einer etwaigen Umkrystallisierung des Metalls verbunden.

Durch Biegung wandelt sich ein einfacher Krystall in einen Complex kleiner Felder mit verschiedener Orientierung um, welche öfters durch gerade Linien getrennt sind, besonders wo Compression stattgefunden hat. Durch nachherige Ätzung wird bewiesen, daß die durch gerade Linien getrennten Partien in regelmäßiger Stellung zu einander stehen, wahrscheinlich in Zwillingsstellung nach einer Oktaëderfläche.

Die Erwärmung eines gespannten Krystals einige Stunden bei  $400^{\circ}\text{C}$ . bringt eine Umkrystallisierung hervor, sowie die Entstehung (resp. Vermehrung) verschieden orientierter Felder, gleichviel ob derartige Felder vor der Erwärmung auf Ätzung sichtbar waren oder nicht. Eine derartige Umkrystallisierung beim Erwärmen findet an einem nichtgespannten Krystalle nicht statt.

Ein ähnliche Umkrystallisierung geht (obwohl viel langsamer) auch bei Zimmertemperatur vor sich.

Aus der Betrachtung der Form der Felder einer umkrystallisierten Probe und durch Beobachtung der während der Spannung erzeugten Gleitleisten hat der Verf. nachgewiesen, daß die Umkrystallisierung nicht etwa wie beim Calcit) während der Wirkung der Spannung stattfindet, sondern nach dem Aufhören derselben.

Die Umkrystallisierung eines einfachen Krystals nach der Spannung ist insofern von der von Ewing und Rosenhain bei gewöhnlichem Blei beobachteten zu unterscheiden, als hier keine eutektische Legierung zwischen den Körnern vorhanden ist, wonach die einmal entstandenen Felder nicht auf gegenseitige Kosten weiter wachsen, wie im anderen Falle zuweilen geschah.

Ref.: H. L. Bowman.

**2. G. T. Beilby** (in Glasgow): **Über das Fließen der Oberflächenschicht in krystallinen festen Körpern bei mechanischer Störung** (Proc. Roy. Soc. 1903, **72**, 218—225).

Die vom Verf. früher beobachteten Erscheinungen (B. A. Rep. 1901, Proc. Roy. Soc. 1902; diese Zeitschr. **37**, 294) an Metallflächen bei mechanischer Wirkung (wie z. B. Schneiden, Polieren usw.) einer quasi viscosen, von dem unterliegenden ungestörten Metall verschiedenen Oberflächenschicht, mit körniger oder schuppiger Structur, werden nunmehr unter besonders strengen Verhältnissen beim Gebrauche einer Immersionslinse mit großem Schwinkel und senkrechter Beleuchtung bestätigt.

Antimon, zu einer planen Fläche gefeilt und mit Schmirgel und Potée poliert, zeigt eine über die Furchen geschmierte viscose Schicht, welche etwaige Vertiefungen in Form eines dünnen Häutchens bedeckt. Durch Auflösung der Schicht mit  $\text{KCN}$  werden die darunter liegenden Ritze bloßgelegt.

Eine ähnliche Erscheinung ist auch beim Glase, nach Ritzen mit Schmirgel und Polieren, zu beobachten.

Eine frische Spaltfläche von Kalkspat, die mit weichem Waschleder gerieben worden ist, zeigt ebenfalls nach Ätzung mit sehr schwacher  $\text{HCl}$  Ritze, wo vorher keine zu sehen waren.

Nach Verfs. Ansicht gleitet eine dünne Oberflächenschicht von Molekülen unter dem Drucke des Leders, wobei Furchen in der tieferen Schicht entstehen. Die erstere gleicht sich sodann wieder aus zu einer ebenen Fläche, wie eine Flüssigkeit, wegen der Oberflächenspannung.

Das Fließen der Oberflächenschicht bei Kalkspat kann ebenfalls erzeugt werden durch Drücken auf eine (mit Schmirgel geritzte) Fläche mit einem glatten, harten, rundlichen Körper, wodurch Partien mit glatter Oberfläche entstehen.

Eine Magnesiaschicht auf Glas kann ebenfalls zu einem durchsichtigen Häutchen geschweißt werden durch Walzen mit einem Achatstempel.

Eine dünne Oberflächenschicht hat also (auch bei spröden Körpern) die Fähigkeit, unter einem geringen Drucke wie eine viscose Flüssigkeit zu fließen.

In dieser Beziehung erwähnt Verf., daß sehr kleine krystallinische Partikel von Wismuth resp. Antimon geschmeidig sind wie das Gold.

Ref.: H. L. Bowman.

**3. G. T. Beilby (in Glasgow): Die Wirkung von Wärme und Lösungsmittel auf dünne Metallhäutchen** (Proc. Roy. Soc. 1903, 72, 226—235).

Von der Beobachtung Faradays (Phil. Trans. 1857, S. 145) ausgehend, daß dünne Häutchen von Gold oder Silber auf Glas, bei einer noch weit unter dem Schmelzpunkte gelegenen Temperatur, eine Veränderung erleiden, mit Erhöhung der Durchsichtigkeit und Verlust an Reflexionsvermögen, gibt Verf. an, als Resultat von Versuchen über dünne Häutchen auf Glas und die Oberflächenschicht bei Metallen, daß die Moleküle der Oberflächenschicht bei diesen Temperaturen eine hinreichende Beweglichkeit erhalten, um sich unter Wirkung der Oberflächenspannung in häutchen- resp. tropfenartigen Formen ordnen zu können.

Das Polieren, Brunieren oder sonstige mechanische Störung hat zur Folge (gegenüber des Verfs. früheren Ansichten) eine Verminderung der Durchsichtigkeit und eine Erhöhung des Reflexionsvermögens.

Innerhalb eines gewissen Abstandes von der Oberfläche eines festen Körpers scheinen die nicht ausgeglichenen molekularen Kräfte die Kräfte der Krystallisation zu überwinden. Ein sehr kleines festes Teilchen wird also bis zu einer bestimmten Größe eine Kugel sein.

Die »kugeligen Niederschläge« und Sphärokrystalle Quinckes (Ann. d. Phys. 1902, 7, 634), sowie die Schwefelkügelchen Faradays (Quart. Journ. of Science, 21, 392), sind vielleicht Beispiele hierfür.

Ref.: H. L. Bowman.

**4. D. B. Brace (in Lincoln, Nebraska): Über ein Spektropolariskop mit empfindlichen Streifen** (Phil. Mag. 1903, 5, 461—470).

Für ein empfindliches Polarimeter ist es wünschenswert, daß 1) die Empfindlichkeit beliebig verändert werden könne, 2) die Strahlen beim Durchgange durch Polarisator, resp. Analysator, keiner seitlichen Verschiebung unterliegen, 3) die Grenze zwischen den Feldern scharf sei und für jede Farbe, für jeden Empfindlichkeitsgrad und für jede Größe der Lichtquelle verschwinde.

Mit diesem Zwecke hat Verf. folgendes Instrument entworfen.

Das große Nicolsche Prisma eines Lippichschen Instrumentes wird durch ein neues Prisma ersetzt. Dieses besteht aus einem mit  $\alpha$ -Monobromnaphthalin gefüllten Rohre, welches eine 0,4 bis 0,5 mm dicke Kalkspatplatte (von elliptischem Umriß mit Axen von 45 und 44 mm) in schiefer Richtung (um  $70^\circ$  gegen die Axe des Rohres geneigt) enthält. Das kleinere Prisma wird durch ein ähnliches Rohr ersetzt, welches einen Kalkspatstreifen ( $5 \times 44 \times 0,4$  bis 0,5 mm) von gleicher Neigung enthält, dessen Seitenkanten scharf und senkrecht gegen die Flächen geschliffen sind.

Die Kalkspatplatten sind so geschliffen, daß entweder 1) ihre längere Axe in einem Hauptschnitte des Krystalles liegt und einen Winkel von  $70^\circ$  mit der optischen Axe bildet ? Platte senkrecht zum Hauptschnitte, der Ref.], oder 2) sie liegen in einem Hauptschnitte, mit der optischen Axe senkrecht zur Längsrichtung.

Bei diesen Prismen geht der ordinäre Strahl hindurch.

Für die Erzeugung einfarbigen Lichtes empfiehlt Verf. einen von Doubt (Phil. Mag. 1898, 46, 216) beschriebenen Apparat.

Ref.: H. L. Bowman.

**5. R. W. Wood** (in Baltimore): **Über Lichtfilter für ultraviolette Strahlen** (Phil. Mag. 1903, 5, 257—263).

Das Nitroso-dimethyl-anilin absorbiert alle Farben zwischen  $\lambda = 0,0005$  und der *K*-Linie, ist jedoch für kleinere Wellenlängen durchsichtig, und zwar von da an bis zu  $\lambda = 0,0002$ .

Ein mit diesem Körper leicht gefärbtes Gelatinehäutchen in Verbindung mit einem tiefblauen Kobaltglase und einer dünnen Schicht hellgrünem Glase (sogenanntes »Signal green«) ist für sichtbare Strahlen undurchlässig, aber für ultraviolettes Licht zwischen  $\lambda = 34$  und  $38$  durchsichtig.

Für ein noch kürzere Wellen durchlassendes Filter können Quarzplatten und Glycerin resp. Celluloid als Unterlage verwendet werden.

Ref.: H. L. Bowman.

**6. R. J. Strutt** (in Cambridge): **Fluorescenz einiger Krystalle in den X-Strahlen** (Ebenda 1903, 6, 250).

Werden Krystalle von Magnesium-Platincyanür, sowie von anderen Platincyanüren, Apophyllit, Calcit, Feldspat, Scheelit, den aus einer Focusröhre austretenden X-Strahlen ausgesetzt, so ändert sich die Fluorescenz einer bestimmten Fläche nicht mit der Orientierung in bezug auf die Richtung der Kathodenstrahlen im Rohre. Der Versuch deutet also nicht auf eine Polarisation der Strahlen hin.

Das *Mg*-Platincyanür fluoresciert viel stärker auf den Prismenflächen als auf der Basis; die übrigen Krystalle dagegen zeigen keine derartige Verschiedenheit der Flächen.

Krystallisiertes Kalkwolframat (Scheelit resp. das künstliche Salz) fluoresciert in den Strahlen, die gefällte Substanz im Gegenteil kaum. Unter viertägigem Kochen mit Wasser geht der Niederschlag in die krystallinische, fluorescierende Modification über.

Ref.: H. L. Bowman.

**7. T. M. Lowry und G. C. Donington** (in London): **Über Kampher- $\beta$ -Thiol** (Journ. Chem. Soc. 1903, 83, 479—484).

Kampher- $\beta$ -Thiol  $HS-C_8H_{13} < \begin{smallmatrix} CH_2 \\ | \\ CO \end{smallmatrix}$ . Schmelzp.  $66^0$ .

Dargestellt durch Reduction des Sulfochlorids der Kamphersulfonsäure (Kaliumsalz) mittels Zinn und Salzsäure. Krystalle aus Aceton.

Krystallsystem: Rhombisch<sup>1)</sup>.

$$a : b : c = 1,052 : 1 : ?$$

Beobachtete Formen<sup>1)</sup>:  $p\{110\}$ ,  $c\{001\}$ .

$$cp = (001) : (110) = 90^0 0'$$

$$pp = (110) : (1\bar{1}0) = 87 \ 6$$

1. Resp. möglicherweise monoklin; mit  $\beta = 87,60$  und unbekanntem Axenverhältnissen.  $p\{400\}$ ,  $\{001\}$ ,  $c\{010\}$ .

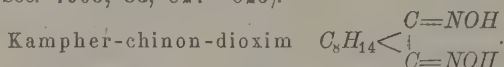
Auslöschung auf  $p$  parallel, auf  $c$  diagonal. Optische Axenebene parallel  $c(001)$ .

Axenwinkel ziemlich groß mit starker Dispersion,  $\varrho < v$ . Doppelbrechung positiv.

Das Kampher- $\beta$ -Thiol ist dimorph, was während der Abkühlung eines Tropfens unter dem Mikroskop wahrzunehmen ist. Das Kampher- $\beta$ -Thiol ist krystallographisch mit dem  $\beta$ -Bromkampher zu vergleichen, welcher ebenfalls rhombisch ist, mit  $a:b = 1,062:1$ , entsprechend  $(110):(1\bar{1}0) = 86^\circ 32'$ , bei positivem optischen Charakter.

Ref.: H. L. Bowman.

**S. T. M. Lowry** (in London): **Krystallographische Notizen über einige Kampherderivate** (aus M. O. Forster, »Studien in der Camphanreihe Nr. XI«; Journ. Chem. Soc. 1903, 83, 524—525).



Kampherchinon- $\alpha$ -dioxim. Schmelzp.  $201^\circ$ . Dargestellt (neben dem  $\beta$ -Körper) durch Erwärmung von Isonitrosokampher mit Hydroxylamin, Hydrochlorid und Natriumacetat in alkoholischer Lösung. Schöne, zugespitzte Prismen aus Äthylacetat.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a:b:c = 1,6775:1:0,5450.$$

Beobachtete Formen:  $b\{010\}$ ,  $p\{110\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $r\{201\}$ .

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$bq = (010):(011)$	16	$62^\circ 44' - 62^\circ 49'$	$62^\circ 45'$	*
$bp = (010):(110)$	18	$30\ 40 - 30\ 54$	$30\ 48$	*
$pr = (110):(201)$	4	$74\ 27 - 74\ 28$	$74\ 27$	$74^\circ 28'$
$rq = (201):(011)$	7	$40\ 34 - 40\ 38$	$40\ 42$	$40\ 45$
$rr = (201):(\bar{2}01)$	4	$62\ 57 - 63\ 9$	$63\ 1$	$63\ 6$

Krystalle splittrig, ohne Spaltbarkeit. Herrschende Formen  $b$ ,  $r$ .

Optische Axenebene parallel  $b(010)$ ; erste Mittellinie senkrecht auf  $(100)$  bei sehr kleinem Axenwinkel.  $\varrho > v$ . Doppelbrechung positiv.

Kampherchinon- $\beta$ -dioxim. Schmelzp.  $248^\circ$ . Darstellung wie bei dem  $\alpha$ -Körper. Sehr kleine Prismen zeigen auf den Längsflächen parallele Auslöschung und durch einen Querschnitt ein zweiaxiges Bild. Sie sind demnach wahrscheinlich rhombisch mit der ersten Mittellinie in der Längsrichtung des Prismas.

Kampherchinon- $\delta$ -dioxim. Schmelzp.  $199^\circ$ . Erhalten als Nebenproduct bei der Darstellung der  $\alpha$ - und  $\beta$ -Körper, oder, bequemer, durch Erwärmung des  $\gamma$ -Dioxims mit Alkohol im geschmolzenen Rohre eine Stunde bei  $100^\circ$  C. [Das  $\gamma$ -Dioxim (Schmelzp.  $135^\circ$ ) erhält man durch Erwärmen von Isonitrosokampher in Natronlauge mit freiem Hydroxylamin mehrere Tage lang bei  $40-50^\circ$  C.]

Krystalle aus Äthylacetat.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a:b:c = 1,446:1:0,573.$$

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $p\{110\}$ ,  $q\{011\}$ .



	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$qq = (011):(0\bar{1}\bar{1})$	4	$120^0 11' - 120^0 33'$	$120^0 24'$	*
$pp = (110):(\bar{1}10)$	8	$83\ 36 - 83\ 54$	$83\ 44$	*

Der Habitus ist zweierlei: 1) Krystalle mit  $p$  und  $q$ , mehr oder weniger nach der  $c$ -Achse verlängert, 2) würfelnähnliche Krystalle mit herrschenden Pinakoiden.

Die Krystalle besitzen eine gute Spaltbarkeit nach  $p\{110\}$ , aber auch scheinbar nach anderen Flächen in der Prismenzone, so daß ein Krystall durch Reibung zwischen den Fingern in Nadeln zerfällt, und öfters eine Streifung zeigt wie bei Fasergyps.

Optische Axenebene parallel  $a(100)$ ; erste Mittellinie senkrecht auf  $b(010)$ , bei großem Axenwinkel;  $\rho < v$ ; Doppelbrechung negativ.

Ref.: H. L. Bowman.

**9. C. Simmonds** (in London): **Die Constitution gewisser Silicate** (Journ. Chem. Soc. 1903, **83**, 1449—1469).

Durch Versuche mit künstlichen bleihaltigen Silicaten hat Verf. nachgewiesen, daß durch Erhitzung auf Rotglut in einem Wasserstoffstrome für jedes Bleiatom im Silicat stets ein Sauerstoffatom entfernt wird.

Mit gewissen Ausnahmen verhalten sich die Silicate anderer Metalle auf ähnliche Weise, vorausgesetzt nur, daß das betreffende Metall ein Oxyd bildet, welches bei Rotglut von Wasserstoff reducirt werden kann (z. B.  $Cu$ ,  $Fe$ ,  $Co$ ,  $Ni$  usw.).

Silicate von Metallen (z. B.  $Al$ ,  $Zn$ ,  $Mg$ ,  $Ca$  und Alkalien), deren Oxyde nicht so reducierbar sind, liefern keinen Sauerstoff bis zum Erweichungspunkte des Kaliglasrohres.

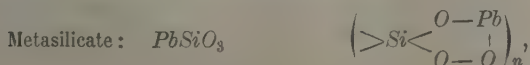
Ausnahmen sind die natürlichen Silicate Augit, Epidot, Staurolith, wobei das Eisen gar keine Reduction erleidet; sowie Hypersthen, Ilvaït, Stilpnomelan, wobei das Eisen nur zum Teil reducirt wird.

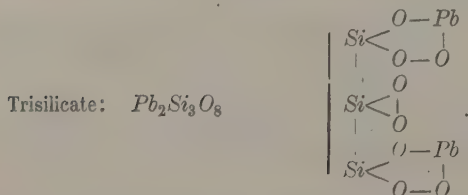
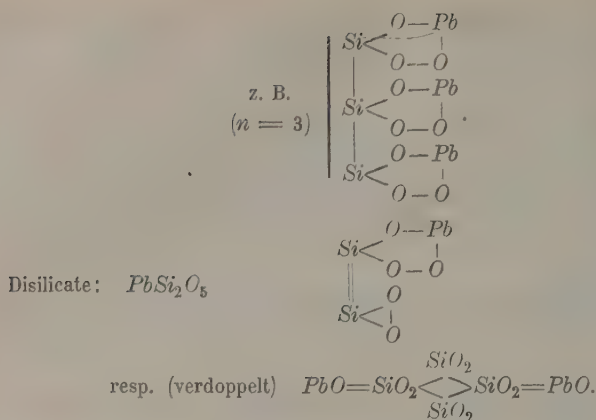
Bei den folgenden Mineralien wird das reduzierbare Oxyd vollkommen reduziert: Dioplas, Chrysokoll, Garnierit, Connarit, Chloropal, Glaukonit, Cronstedtit, Thuringit.

Aus den Versuchen ergibt sich, daß ein Teil des in einem Silicate vorhandenen Sauerstoffs sich von dem übrigen unterscheidet und wahrscheinlich mit dem Metall direct verbunden ist. Nach der Analogie — und unter Hinzuziehen der Isomorphieverhältnisse — gilt dasselbe wahrscheinlich auch im Falle von Metallen, deren Oxyde sich durch Wasserstoff nicht reducieren lassen.

Verf. empfiehlt die Formel eines Silicates in der Form (z. B.)  $2PbO.3SiO_2$  statt  $Pb_2Si_3O_8$  zu schreiben, um diese Beziehung auszudrücken, weil die Atomgruppen als solche innerhalb des Silicatmoleküls existieren.

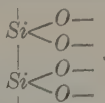
Eine Strukturformel eines Bleisilicates soll folgende zwei Bedingungen erfüllen: 1) mit jedem  $Pb$ -Atom muß wenigstens ein Sauerstoffatom in directer Verbindung sein; 2) dieses Sauerstoffatom muß sich von jedem anderen mit dem  $Pb$ -Atom verbundenen Sauerstoffatome unterscheiden. Diesen Grundsätzen zufolge schlägt Verf. folgende Formeln vor:



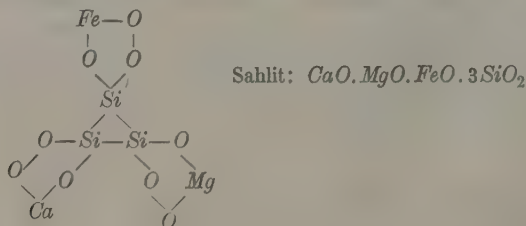


Die verschiedenen Teile des Moleküls sind wahrscheinlich nicht durch  $\text{Pb}$  verbunden, weil eine derartige Verbindung bei einwertigen Metallen nicht möglich sein würde. Ferner ist auch eine directe Verbindung von  $\text{Pb}$  und  $\text{Si}$  unwahrscheinlich.

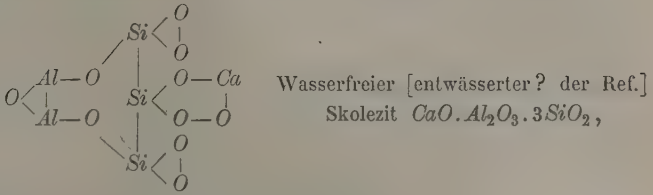
In den vom Verf. angenommenen Silicatformeln sind 1) die  $\text{Si}$ -Atome in directer Verbindung mit einander und nicht durch  $\text{O}$ -Atome verbunden; 2) zu der auf diese Weise erhaltenen Kette von  $\text{Si}$ -Atomen wird die dem Verhältnis  $\text{SiO}_2$  entsprechende Anzahl von  $\text{O}$ -Atomen angehängt, so:



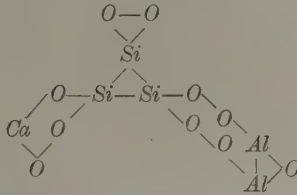
3) Durch die unter 2) frei gelassenen Valenzen des Sauerstoffs werden die basischen Oxyde ( $\text{PbO}$ ,  $\text{CuO}$  usw.) mit dem Silicatrete verbunden, während die freien Valenzen des Siliciums wahrscheinlich entweder mit einander verbunden werden unter Ringbildung, etwa so:



oder sie können durch eine andere Gruppe (z. B.  $Al_2O_3$ ) verbunden werden:

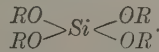


welche aber auch

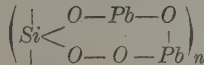


geschrieben werden kann, oder aber sie können durch einwertige Metalle gesättigt werden, ohne Ringbildung.

Für Orthosilicate ist bei einwertigen Metallen (resp. Gruppen) fast die einzig mögliche Formel:



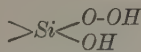
Für das Bleisalz wird



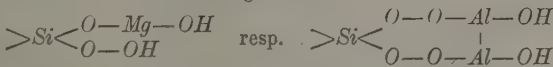
vorgeschlagen, wobei das eine  $Pb$ -Atom sich vom zweiten unterscheidet, entsprechend der Tatsache, daß ein Teil des Bleis bis auf das Metall reduziert werden kann, der andere nicht.

Die meisten Silicate können auf obige Weise geschrieben werden.

Wasser kann entweder mit der  $SiO_2$ - einer  $>Si<\begin{array}{c} O \\ | \\ O \end{array}$ -Gruppe



oder mit einem zwei- oder dreiwertigen Metalle



verbunden sein.

Aus der Chloritgruppe gibt Verf. Beweisgründe dafür, daß  $Al_2O_3$  und  $SiO_2$  sich gegenseitig nach Molekülen ersetzen können.

Ähnliche Betrachtungen können auch auf den Fall der andere reducierbare Metalle enthaltenden Silicate ausgedehnt werden.

Zur Erläuterung seiner Methode gibt Verf. mögliche Strukturformeln an für folgende Mineralien: Petalit, Albit, Anorthit; Leucit, Änigmatit; Nephelin, Sodalith; Datolith, Zoisit; Turmalin; Phillipsit, Analcim; Muscovit; Serpentin; Kaolin.

Ref.: H. L. Bowman.

**10. D. A. Macalister** (in ?): **Über Zinn und Turmalin** (Quart. Journ. Geol. Soc. 1903, 59, 53; auch Géol. Mag. 1903, 10, 46).

Der Zinnstein kommt selten ohne Turmalin vor, aber nicht umgekehrt; daher sind die den Turmalin erzeugenden Mittel und Verhältnisse mehr verbreitet als die des Zinnsteins.

Das Bortrioxyd begleitet vielfach die vulkanische Tätigkeit und hat zweifellos bei der Umwandlung der Feldspäte und Glimmer der krystallinischen Gesteine eine große Rolle gespielt.

Aus dem Vergleiche der Formeln des Turmalins und des Feldspats ergibt sich, daß bei der Turmalinbildung ein Verlust an Natron stattgefunden hat, (welches für sich eine Wirkung auf Zinn ausüben kann).

Der Überschuß von Borsäure über die für die Turmalinbildung nötige Menge wird mit dem Natron meta- und pyroborsaures Natron bilden, wovon ersteres mit fein verteiltem Zinnerz Natriummetastannat und Borax geben könnte. Es könnte sodann das lösliche Metastannat ausgelaugt und das Zinnoxid gefällt werden unter Neubildung von Natriummetaborat.

Den Grundsätzen der Abkühlung von Lösungen zufolge würde wahrscheinlich die Bildung von Zinnstein bei einer bestimmten Stufe der Abkühlung am schnellsten vor sich gehen.

Ref.: H. L. Bowman.

**11. A. K. Coomáraswámy** (in Kandy): **Beobachtungen über den Tiree-Marmor** (Quart. Journ. Geol. Soc. 1903, 59, 94—103).

Der bekannte rosa »Tiree marble« kommt zu Balephetrish an der Küste der Insel Tiree vor, während ähnliche sowie graue und weiße Marmore an mehreren Punkten in dessen Nähe aufgefunden werden. Der Kalk, dessen Ursprung nicht festgestellt worden ist, bildet Linsen im Gneis.

Folgende Mineralien kommen in dem Kalke vor und sind wahrscheinlich, sowie eine ursprünglich grobkrystallinische Struktur des letzteren, einer Contact-metamorphose bei höherer Temperatur zuzuschreiben:

Pyroxen, Sahlit, in Augen bis zu  $180 \times 120$  cm.

Calcit, mit weniger reichlichem Dolomit.

Pyroxen, Kokkolith, grün bis fast schwarz, durch Gebirgsdruck vielfach verzwilligt.

Amphibol, tiefgrüne pleochroitische Krystalle.

Forsterit, stellenweise häufig.  $G. = 2,8$ .

Skapolith.

Titanit, kleine stumpfe bräunliche Krystalle.

Glimmer, weißer und brauner.

Apatit, himmelblaue Körner; Analyse von W. C. Hancock:  $GaO$  53,92,  $P_2O_5$  39,55,  $Cl$  1,85,  $SiO_2$  1,5, (Wasser hygroskopisch) 3,16; Summe = 99,98.  $G. = 3,20$ .

Spinell, seltene bläulichgrüne Körner von Pleonast.  $G. = 3,635$ .

Kokkolith, Skapolith, Titanit, Apatit mit Calcit und Glimmer bilden unregelmäßige Aggregate bis zu  $\frac{1}{2}$  m Durchmesser.

Der Kalk, mit den darin enthaltenen Mineralien, unterlag später einer Dynamometamorphose (wahrscheinlich bei niedriger Temperatur), welche die rundliche Form der Mineralkörner, sowie die Fluxionsstruktur verursachte und den Kalk feinkrystallinisch machte.

Ref.: H. L. Bowman.

**12. J. B. Scrivenor** (in London): **Über den Granit und Greisen von Cligga Head [Cornwall]** (Quart. Journ. Geol. Soc. 1903, 59, 142—159; auch (kurz) Geol. Mag. 1903, 10, 135).

Zu Cligga Head, bei St. Agnes in Cornwall, befindet sich eine Granitmasse, welche eine Teilung in Schichten durch Greisenbänder zeigt. Diese Bänder enthalten in der Mitte einen Quarzgang, entsprechend einer früheren Kluft, durch welche die bor- und fluorenthaltenden, die Umwandlung des Granit in Greisen bewirkenden Dämpfe emporstiegen.

Die Quarzgänge liefern krystallisierten Zinnstein, blauen Turmalin, Wolfram, Arsenkies, und wahrscheinlich früher auch Kupferkies.

Bei der Entstehung des Greisen haben zwei Reactionen stattgefunden, nämlich 1) die Bildung von Topas, Muscovit und secundärem Quarz aus Feldspat, 2) die Bildung von braunem Turmalin, Magnetit und secundärem Quarz aus Biotit.

Prismen von blauem Turmalin kommen auch im primären Quarz des Granits vor, daher ist dieses Mineral als ein ursprüngliches zu betrachten.

In einem Teile der Granitmasse, welcher als Apophyse in die Tonschiefer hineindringt, kommen Wolfram, farbloser bis grünlicher Topas ( $\{120\}$ ,  $\{021\}$ ,  $\{114\}$ ) und brauner Lithionglimmer mit blaßbrotem Mikroklinperthit vor.

Das Vorkommen ist ein Beispiel von pneumatolytischer Wirkung auf ein saures Gestein unter Bildung von Kassiterit.

Ref.: H. L. Bowman.

**13. T. H. Holland** (in Calcutta): **Über die Constitution, Entstehung und Entwässerung des Laterit** (Geol. Mag. 1903, 10, 59—69).

Die von Bauer erhaltenen Resultate (N. Jahrb. 1898, (2), 163) über die Entstehung von Laterit auf den Seychellen-Inseln gelten auch für diejenigen indischen Laterite, welche nicht durch fließendes Wasser separiert worden sind (d. h. »Hochlaterite«).

Der Hochlaterit, sowie das aus Laterit mit viel  $\text{CaCO}_3$  bestehende Material, welches auf der Ostseite der Western Ghäts in Malabar vorkommt und »Kunkar« genannt wird, entsteht durch Umwandlung eines Eruptivgesteins in situ und zwar von der Oberfläche her.

Alle beide sind für ein warmes, feuchtes Klima charakteristisch, und werden nicht in Gebieten gefunden, wo die Wintertemperatur unter einen gewissen Punkt herabsinkt.

Auch die Zusammensetzung (Aluminiumhydroxyd) weist auf eine von dem Kieselsäure enthaltenden, durch die Wirkung von Dämpfen oder Flüssigkeiten bei höherer Temperatur gebildeten Kaolin verschiedene Art der Entstehung hin.

Verf. vermutet, daß die Umwandlung des Gesteins von der Wirkung eines Bacteriums verursacht werden könne, welches bei tropischer resp. mäßiger Temperatur gedeiht, aber unterhalb der genannten Temperatur getötet wird. Dadurch würde sich das Vorkommen von Laterit im tropischen Indien auch bei beträchtlicher Meereshöhe (wie z. B. in den Nilgiri- und Palnibergen, wo die Temperatur während des ganzen Jahres nur wenig von  $45,5^{\circ}\text{C.}$  abweicht) erklären.

Der Laterit und der Kunkar sind auf gleiche Weise entstanden und unterscheiden sich von einander nur dadurch, daß im ersteren Fall das  $\text{CaCO}_3$  durch eine übermäßige Regenmenge entfernt wird.

Der Laterit, sowie die wesentlich ähnliche Substanz, der Bauxit, ist ein



Gemisch von wasserhaltigen Aluminiumoxyden mit schwankender Zusammensetzung zwischen  $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$  (Gibbsit) und  $Al_2O_3 \cdot H_2O$  (Diaspor), und verschiedenen Eisenhydroxyden entsprechend der schwankenden Farbe.

Beim Aufbewahren entfernt sich allmählich das Wasser unter Erhärtung und Tieferwerden der Farbe. Auch haben die Laterite tieferen Niveaus, welche aus den Hochlateriten durch Separation in Wasser entstanden sind, einen niedrigeren Gehalt an Wasser wie diese.

Nach Verfs. Ansicht ist diese Entwässerung einer gewissen Neigung zur Bildung von niedrigeren krystallinischen Hydraten (Göthit, Diaspor [und Hämatit]), während die höheren Hydrate (Gibbsit, Limonit usw.) weniger oder kaum krystallinisch sind, zuzuschreiben.

Die zur Entwässerung des Gibbsits resp. Limonits nötige Energie soll durch die Krystallisation des daraus entstehenden Diaspor usw. geliefert werden. Zum Vergleich erwähnt Verf. die bei der Krystallisation von amorphem  $As_4O_6$  entwickelte Wärme und schlägt den Namen »Krystallverwandtschaft« [»crystalline affinity«] vor, für die verschiedene Neigung zur Krystallisation bei verschiedenen Körpern. Er stellt sich vor, daß in gewissen Fällen eine chemische Spaltung, also eine Überwindung der chemischen Verwandtschaft, stattfinden kann, um die Bildung von Krystallen eines mit starker Krystallverwandtschaft begabten Productes zu ermöglichen. So z. B. könnte die Umwandlung von Gibbsit in Diaspor, resp. von Limonit in Göthit oder auch Hämatit, unter günstigen physikalischen Bedingungen ein exothermischer Prozeß sein.

Ein Vergleich der Molekularvolumina von Gibbsit, Diaspor und Korund zeigt, daß das Volum einer der drei Wassermoleküle im Gibbsit kleiner ist, als das von jeder der beiden anderen, so daß die Formel als  $Al_2O_3 \cdot H_2O + 2H_2O$  geschrieben werden kann. Dem entsprechend sind wahrscheinlich diese beiden leichter als das dritte zu entfernen.

Ref.: H. L. Bowman.

#### 14. A. K. Coomaraswamy (in Kandy): Ein Vorkommen von Korund in situ bei Kandy, Ceylon (Geol. Mag. 1903, 10, 348—350).

Verf. hat Krystalle von Korund (bisher in situ nicht bekannt in Ceylon) in einem verwitterten pulverigen Granulit (Charnockitreihe) zu Tenna Hena, 1 km NO. von der der Talatnøyabücke, in der Nähe von Kandy, aufgefunden.

Die Sapphire sind hellblau, aber undurchsichtig, mit ausgeprägter Spaltbarkeit ( $\{10\bar{1}1\}$  und basischer Absonderung), und vielfach verwittert und gebleicht. Formen:  $c\{0001\}$ ,  $a\{11\bar{2}0\}$ ,  $r\{10\bar{1}1\}$ ,  $n\{22\bar{4}3\}$ , bei säulenförmigem Habitus. Sie kommen in einem wenige Zoll breiten Feldspatbande, welches neben einer weichen gelblichen, 7 bis  $3\frac{1}{2}$  Zoll breiten, aus Biotit, frischem Plagioklas, serpentinarigen Pseudomorphosen nach Pyroxen (?) und ein wenig Granat und Eisenerz bestehenden Schicht des Granulits liegt, vor.

Sie liegen etwa 3 m von der Grenze eines  $6\frac{1}{2}$  m mächtigen Lagers von krystallinischem Kalk, sind jedoch scheinbar ganz unabhängig davon.

Das korundführende Feldspatband besteht hauptsächlich aus Orthoklas-mikroperthit, Plagioklas, Biotit, Korund mit geringen Mengen von Granat, grünem Spinell und Zirkon.

Der Korund ist wahrscheinlich einer örtlichen Verschiedenheit der Zusammensetzung des Magmas, vielmehr als der Absorption eines Al-reichen Gesteins, wovon keine Spur übrig blieb, zuzuschreiben.

Ref.: H. L. Bowman.

**15. W. Mackie (in Elgin): Eine schnelle und leichte Methode für die Bestimmung spezifischer Gewichte** (Geol. Mag. 1903, 10, 503).

Das Mineral wird in Stücke (unter  $\frac{1}{2}$  cm) zerdrückt. Eine gewogene Menge wird dann in eine mit Wasser bis auf ein bestimmtes Niveau gefüllte Bürette eingeführt und das Steigen des Wassers notiert.

Das spezifische Gewicht ergibt sich sodann unmittelbar aus

$$\frac{\text{Gew. der Substanz}}{\text{Vol. des verdrängten Wassers}}$$

Ref.: H. L. Bowman.

**16. K. Grossmann und J. Lomas (in Liverpool): Über die Entstehung und die Formen des Rauhreifs** (Brit. Assoc. Rep. 1903, 555—556).

Der Reif zeigt selten deutliche Krystallform, außer wenn er in ganz stiller Luft, in geschlossenen Räumen entstanden ist (z. B. in Eishöhlen oder Abkühlungskammern).

Die vorkommenden Formen sind dann nur ein hexagonales Prisma mit der Basis, bei schwankendem Habitus.

Die häufigsten Gebilde sind hohle hexagonale Pyramiden (ähnlich den trichterförmigen Krystallen von  $\text{NaCl}$ ), welche durch überwiegendes Wachstum der basischen Kanten entstehen. Außerdem sind auch schraubenförmige hohle Pyramiden (aus Ringen mit Prisma und Basis treppenartig zusammengesetzt), sowie lange, einfache oder schraubenförmig-hexagonale Prismen beobachtet worden.

Ref.: H. L. Bowman.

**17. G. T. Beilby (in Glasgow): Über eine körnige und spießige Structur bei festen Körpern** (Ebenda 1903, 557—558).

Die Metalle zeigen unter dem Mikroskop eine Oberflächenschicht mit gleichförmig körniger oder spießiger Structur, welche durchsichtig ist wie eine dünne Schicht des Metalls (z. B. Blattgold) auf Glas und deren Structur von der durch Ätzung ans Licht gebrachten krystallinischen Structur ganz verschieden ist.

Diese Schicht ist von der darunterliegenden Grundmasse verschieden.

Im durchfallenden Lichte erscheint ein Metallhäutchen (wenn nicht allzu dünn) körnig, als ob die Substanz in kleine Hügelchen zusammengezogen wäre. Im auffallenden Lichte erscheint es spießig wegen der körnigen Structur.

Ein Metallhäutchen, sowie die Oberflächenschicht einer Metallmasse, sind identisch in Bezug auf ihre Structur; jedoch ist in letzterem Falle das Aussehen in auffallendem Licht durch Reflexion an der darunterliegenden undurchsichtigen Grundmasse modifiziert.

Die Undurchsichtigkeit ist bei einem gespannten Zustande (wie z. B. nach Brunieren) am größten, und am wenigsten nach dem Ausglühen.

Das Reflexionsvermögen hängt mit der Undurchsichtigkeit zusammen. So z. B. zeigen Platinhäutchen unter  $40 \mu$  Dicke fast keine metallische Reflexion.

Verf. zieht den Schluß, daß durch Schneiden, Polieren, Brunieren usw., oder auch Ausglühen, die Moleküle der Oberflächenschicht frei werden, so daß sie der Wirkung der molekularen Kräfte gehorchen können, wie eine viscose Flüssigkeit.

Die körnige Structur schreibt er der Oberflächenspannung zu und will sie mit der einer viscosen Flüssigkeit vergleichen, z. B. eines Ölhäutchens auf Glas,

welches fast vollständig abgewischt worden ist. Ein derartiges Häutchen zeigt deutlich körnige und spießige Structur, wie sie auch ein Firnishäutchen (auf einer nicht reflectierenden Unterlage) sowie Fuchsin auf Glas und Oxyd, resp. Sulfid auf Metall zeigen.

Die körnige Structur ist bei festen Körpern fast allgemein vorhanden.

Die körnige oder spießige Structur hängt mit der Ausscheidung aus einer Lösung zusammen. Sie ist bei dünnen auf chemischem, resp. elektrolytischem Wege erhaltenen Häutchen deutlich zu sehen.

Bei Niederschlägen aus sehr schwachen Lösungen sind drei Stufen zu unterscheiden, je nach dem Aussehen des festen Niederschlages: 1) Spießchen, resp. äußerst dünne spießige Häutchen, 2) Körner, 3) Krystalle. Die Spießchen werden zu Körnern zusammengehäuft, welche bis auf eine gewisse Größe rundlich bleiben wegen der Oberflächenspannung, später aber Flächen und Kanten entwickeln, um Krystalle zu werden.

Ref.: H. L. Bowman.

**18. J. J. H. Teall** (in London): **Über Entdolomitisierung** (Brit. Assoc. Rep. 1903, 660—664; Geol. Mag. 1903, [4], 10, 513—514).

In der Nähe des plutonischen Complexes von Cnoc-na-Sroine ist der Durness-Dolomit in einen Marmor umgewandelt, welcher Forsterit (resp. Serpentin nach Forsterit), Tremolith, Diopsid, Brucit enthält.

Der Marmor besteht hauptsächlich aus Kalkspat mit etwas Dolomit, dessen Menge in umgekehrtem Verhältnis mit der der Magnesiasilicate und Brucit steht.

Der Forsterit, Serpentin und Tremolith sind stets in Gesellschaft mit Kalkspat, während der Diopsid zuweilen mit Dolomit vorkommt.

Die im Dolomit als Feuerstein vorhandene Kieselsäure hat sich mit den Basen (besonders mit dem Magnesium) unter  $CO_2$ -Verlust verbunden, wobei der Kalkspat ausgeschieden wurde.

Im Diopsid ist das Verhältnis  $Ca:Mg$  gleich dem bei Dolomit, daher hat bei der Umwandlung in Diopsid keine Ausscheidung von Kalkspat stattgefunden.

Das Verhältnis der Basen ist bei der Entdolomitisierung unverändert geblieben; nur ist  $CO_2$  ausgetrieben worden.

Es findet auch ohne Anwesenheit von Kieselsäure eine Entdolomitisierung statt, unter Entweichung von  $CO_2$  (namentlich aus dem  $MgCO_3$ ), wodurch ein Gemisch von Kalkspat und Periklas entsteht. Aus dem letzteren wird sodann der Brucit unter Aufnahme von Wasser gebildet.

Der Predazzit von Tirol ist von gleicher Beschaffenheit und wahrscheinlich auch von ähnlichem Ursprunge.

Ref.: H. L. Bowman.

**19. M. J. Seymour** (in Dublin): **Ergänzungen zu dem Verzeichnisse der Mineralien Irlands** (Brit. Assoc. Rep. 1903, 674).

Folgende Mineralien sind zum früher vom Verf. mitgeteilten Verzeichnisse diese Zeitschr. 39, 92 hinzuzufügen: Mennige, Wad, Xanthosiderit, Strontianit, Nephelin, Skapolith, Orthit, Brewsterit, Zinnwaldit, Ripidolith, Halloysit, Mimetit, Retinit.

Ref.: H. L. Bowman.

**20. J. G. Goodechild** in Edinburgh: **Beiträge zur Mineralogie Schottlands** (Proc. Roy. Soc. Edinb. 1902, (3) 24, 321—341).

Verf. gibt die Resultate eines eingehenden Studiums der Stufen in der Sammlung schottischer Mineralien im Museum of Science and Art in Edinburgh.

Albit. Verf. unterscheidet fünf Arten von Vorkommen dieses Minerals in Schottland: 1) als ursprünglicher Gemengteil gewisser Granite usw., 2) als Krystalle in Hohlräumen in ähnlichen Gesteinen, 3) in Pegmatiten der archaischen Gneise, 4) in gewissen Schiefen sedimentären Ursprungs, worin das Natrium vielleicht von einsickerndem Meereswasser herrührt, 5) als Umwandlungsproduct gewisser Zeolithe, wie beim sog. »Erythrit« nach Prehnit.

Forsterit. Krystalle  $\{b\{010\}, m\{110\}, c\{111\}, k\{021\}, l\{131\}\}$  tafelig nach  $b\{010\}$ , kommen in metamorphosiertem Durnesskalk (Dolomit) zu Ledbey (Sutherlandshire) vor.

Cerussit. Bei Anwesenheit von Kalk kommt der Cerussit allein vor als Umwandlungsproduct von Galenit. Außerhalb der Kalkgebiete entstehen Cerussit und Anglesit.

Ref.: H. L. Bowman.

21. J. G. Goodchild (in Edinburgh): Über einfachere Methoden in der Krystallographie, II. Teil (Proc. Roy. Physical Soc. Edinburgh 1904, 14, 403—434).

Der Verf. beschreibt eingehend einfache Methoden für die Herstellung von Projectionen trikliner Krystalle auf einer Kugel, sowie stereographische, gnomonische und Quenstedtsche lineare Projectionen auf einer Ebene. Er gibt auch einige von ihm für die Zeichnung naturgetreuer, nicht idealisierter Figuren von Krystallen angewandten Methoden auf Grund der Quenstedtschen linearen Projection, und erwähnt, wie die verschiedenen Formen des regulären Systems direct aus deren Indices gezeichnet werden können, indem man Punkte mit bestimmter Centraldistanz an den vier-, resp. drei- oder zweizähligen Symmetrieaxen mit einander verbindet. Wenn man die Längeneinheiten ( $P$ ,  $Q$ ,  $R$ ) auf den Symmetrieaxen gleich den betreffenden Kanten, resp. Diagonalen oder Flächen-diagonalen eines in normaler Stellung gezeichneten Würfels annimmt, so sind die Abschnitte auf den Symmetrieaxen folgende:

Form	Abschnitt auf der		
	vierzähligen	dreizähligen	zweizähligen Axe
$\{111\}$	$P$	—	—
$\{110\}$	$P$	$\frac{1}{2} \cdot Q$	—
$\left. \begin{matrix} \{hhl\} \\ \{hkk\} \\ \{hkl\} \end{matrix} \right\} = \{hkl\}$	$P$	$\frac{h}{h+k+l} \cdot Q$	—
$\{hkl\}$	$P$	$\frac{h}{h+k+l} \cdot Q$	$\frac{h}{h+k} \cdot R$
Tetraëder	—	$Q$	—
$\left. \begin{matrix} \text{Deltoiddodekaëder} \\ x\{hhl\} \end{matrix} \right\}$	$P$	$\left( \frac{h}{h+k+l} \cdot Q \text{ resp. } \frac{h}{h+l} \cdot Q \right)$	—

usw.

Ref.: H. L. Bowman.



**22. J. G. Goodchild (in Edinburgh): Über einige Pseudomorphosen nach einem Kalknatronfeldspat** (Trans. Geol. Soc. Edinburgh 1903, 8, 51—56).

Pseudomorphosen einer saussuritähnlichen Substanz, welche scheinbar aus Krystallen eines basischen, in einem bei Dreghorn in Ayrshire vorkommenden Eruptivgestein befindlichen Labradorits entstanden sind, haben folgende Zusammensetzung (Analyse von R. S. Houston):

Unlöslich in  $HCl$ :  $SiO_2$  37,44,  $Al_2O_3$  29,62,  $Fe_2O_3$  Spur,  $CaO$  1,62,  $MgO$  Spur; Löslich in  $HCl$ :  $SiO_2$  0,86,  $FeCO_3$  2,11,  $CaCO_3$  11,46,  $Na_2O$  (?) 1,74,  $H_2O$  15,24; Summe 100,06. Spec. Gew. 2,44.

Die Krystalle sind tafelförmig nach  $b(010)$  bei rhomboidalem Umriß und zeigen folgende Formen:  $b\{010\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $M\{1\bar{1}0\}$ ,  $f\{130\}$ ,  $Z\{130\}$ ,  $y\{201\}$ ,  $x\{101\}$ ,  $E\{203\}$ ,  $t\{201\}$ ,  $e\{021\}$ ,  $n\{02\bar{1}\}$ ,  $m\{111\}$ ,  $o\{1\bar{1}\bar{1}\}$ ,  $\alpha\{111\}$ ,  $P\{111\}$ ,  $g\{221\}$ ,  $u\{221\}$ ,  $v\{241\}$ ,  $w\{241\}$ ,  $\mu\{421\}$ .

Verf. nimmt an, daß die Zersetzung des Gesteins durch Meereswasser her- vorgebracht worden sei, weil die eisen- und magnesiahaltige Grundmasse eher als die Feldspäte angegriffen worden ist.

Ref.: H. L. Bowman.

**23. Derselbe: Die Geognosie der Turmaline Schottlands** (Ebenda 1903, 8, 182—186).

Aus der Untersuchung der Turmaline der Sammlung schottischer Mineralien im Museum of Science and Art, Edinburgh, zieht Verf. folgende Schlüsse: 1) Der Turmalin ist meistens eine sekundäre Bildung in kieselsäurereichen Gesteinen, welche mechanisch deformiert worden sind; 2) er fing erst spät an im Verlaufe der dynamischen Prozesse gebildet zu werden, aber die Krystalle wurden vor dem Ende der Bewegungen vollendet; 3) sie wurden sodann gebogen und ge- brochen, vielleicht auch an den Enden vom Magma angegriffen, und zwar 4) vor der vollendeten Erstarrung des letzteren, weil Sprünge im Turmalin Quarz, Feldspat und Glimmer enthalten. Der Ursprung des Bors ist zweifelhaft.

Ref.: H. L. Bowman.

**24. Derselbe: Über die Eisenerze Schottlands** (Ebenda 1903, 8, 200 —219).

Verf. beschreibt folgende Eisenminerale von schottischen Fundorten:

Magnetit. Iserin (= titanhaltiger Magnetit). [Verf. hält es für wahr- scheinlich, daß der sogenannte Magnetit häufig Iserin ist, und daß durch Um- wandlung des letzteren, z. B. bei Serpentinisierung des Gesteins, der eigentliche Magnetit, oder eventuell bei Anwesenheit von Chrom, Chromit entsteht.]

Hämatit. Eisenglanz, in Drusen in einem Andesit bei North-Berwick.

Turgit (zu dem ein großer Teil des sogenannten Roteisenerzes gehört).

Rubinglimmer (eine Abart des Turgit?) in Eruptivgestein in der Nähe von Glasgow und zu Blackford-Hill.

Göthit in Drusen im Eruptivgestein, z. B. zu Kempock Point bei Gourrock, mit Flußpat, Gyps, Baryt usw. und (selten) Greenockit, sowie mit Pektolith in Dolerit bei Ratho.

Xanthosiderit (?). Chalybit.

Martit (vielleicht = Pseudomorphose von Turgit nach Pyrit).

Pyrit. Markasit. Arsenkies.

Pentlandit (nur bei Inverary Castle, Argyllshire).



Pyrrhotin (meist in metamorphem Kalk, selten in Krystallen  $c\{0001\}$ ,  $m\{10\bar{1}0\}$ ,  $u\{40\bar{4}1\}$ ).

Vivianit (prismatische Krystalle,  $m\{110\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $x\{111\}$ ,  $V\{111\}$ ,  $Z\{112\}$ ,  $r\{112\}$ ,  $\delta\{101\}$ , in Knochen aus einem »Crannog« in Loch Lea, Ayrshire). Ref.: H. L. Bowman.

**25. J. Strachan (in Edinburgh?): Notizen über Achate von den Pentland Hills** (Trans. Edinb. Geol. Soc. 1903, 8, 220).

Ein etwas verwitterter Achat aus einem Andesit zu Hillend in den Pentland Hills zeigt dendritische Eisen- und Manganoxyde in Sprüngen, in deren Nähe die rote resp. violette Farbe verschwunden ist. Daraus schließt Verf., daß die Dendrite durch Segregation der Farbstoffe und nicht durch Einführung des Oxyds von außen entstanden sind.

Ref.: H. L. Bowman.

**26. J. Joly (in Dublin): Eine verbesserte Vorrichtung für verticale Beleuchtung mit polarisiertem Lichte** (Proc. Roy. Dublin Soc. 1903, 10, 4—5).

Diese verbesserte Modification des vom Verf. beschriebenen (diese Zeitschr. 37, 309) zur Bestimmung der Mineralien im Dünnschliffe mittels zweimal durch denselben hindurchgehenden Lichtes dienenden Beleuchtungsapparates besteht aus einer einfachen Form der für metallographische Zwecke gebrauchten »opaken« Beleuchtungsvorrichtung.

Als Spiegel dient ein schief über dem Objectiv angebrachtes Deckgläschen. Dieses wird um  $33\frac{1}{2}^{\circ}$  gegen die Axe des Mikroskops geneigt, und das Beleuchtungsloch wird dem entsprechend ein wenig höher als gewöhnlich eingerichtet. Die Lichtquelle (am bequemsten eine Auersche Lampe) wird 25 Längeneinheiten über dem Niveau des Lochs und 76 Einheiten davon entfernt aufgestellt (eine Linse braucht man nicht).

Das Object wird auf einem kleinen Metallspiegel aufgelegt.

Der Deckgläsenspiegel dient zu gleicher Zeit als Polarisator und Analysator und die auffallenden und reflectierten Strahlen stehen beide auf dem Metallspiegel senkrecht, wodurch eine Verdoppelung der Bilder kleiner Kryställchen vermieden wird.

Verfasser empfiehlt, ein excentrisches, innen geschwärztes, konisches Loch mit scharfem oberen Rande in den Metallspiegel zu schneiden, wodurch ein Krystall zu gleicher Zeit in auffallendem und durchgehendem Lichte beobachtet werden kann.

Ref.: H. L. Bowman.

**27. R. J. Moss (in Dublin?): Über eine Doppleritprobe aus Irland** (Ebenda 1903, 10, 93—100).

Eine sammet-schwarze, gallertartige Masse von Dopplerit, von  $7\frac{1}{2}$  cm Dicke, wurde 2,5 m unter dem Boden in dem Sluggan Bog, Drumsue, in der Nähe von Cookstown, Co. Antrim, gefunden.

Die Substanz verliert 85,9% Wasser im Trockenkasten unter starker Contraction. Der Rest ist ein gagatähnlicher Körper mit muschelartigem Bruche und Glasglanz, ohne sichtbare Structur unter dem Mikroskop.

Analyse des obigen Restes: C 55,5, H 5,14, N 1,34, O 32,93, Asche 5,12, oder (nach Abzug der Asche berechnet): C 58,49, H 5,38, N 1,41, O 34,72.

Aus dem Vergleiche der Analysen von Torf und Dopplerit schließt Verf., daß letzterer durch die Oxydation des Torfes entstanden sei, ähnlich wie bei der Umwandlung von einem Alkohol in Säure.

Ref.: H. L. Bowman.

**28. E. J. Spitta (in London): Eine Vorrichtung für die Erzeugung monochromatischen Lichtes mittels Kalklicht** (Journ. Roy. Microsc. Soc. 1903, 45—48).

Für die Erzeugung monochromatischen Lichtes (und zwar in erster Linie violetten Lichtes für mikrophographische Zwecke) empfiehlt Verf. ein Thorpsches Gitter (Replica), welches auf einem Glasprisma von passendem Winkel aufgekittet ist, so daß die gewünschte Farbe ohne Ablenkung hindurchgeht.

Der Apparat wird in einer geraden Linie auf der optischen Bank folgendermaßen eingerichtet: (a) Kalklicht, (b) eine 15 cm breite Sammellinse, welche ein Bild der Lichtquelle (durch ein dickes Wassergefäß (c)) auf einen etwa  $17 \times 4$  mm großen Spalt (d) wirft. Letzterer befindet sich im Brennpunkte einer Projectionslinse (e) von 13 cm Brennweite, wodurch ein paralleles Strahlenbündel auf das Gitter (f) gelangt. Dieses ist, samt dem compensierenden Prisma, um eine verticale Axe drehbar; das aus demselben austretende Licht fällt dann unmittelbar in den Condensator des Mikroskops.

Ref.: H. L. Bowman.

**29. A. Ashe (in London ?): Die Photographie der Hohlräume in Mineralien, sowie die Bestimmung der Condensationstemperatur der darin enthaltenen Gase** (Journ. Quekett Microsc. Club 1903, 8, 545—548).

Die Momentphotographie der Höhlungen in Topas mittels Kalklicht bei Veränderung der Temperatur zeigt eine langsame Ausdehnung der Flüssigkeit bis  $45^{\circ}$ — $20^{\circ}$  C., bei  $28^{\circ}$  aber eine schnelle Ausdehnung bis zur Füllung der ganzen Höhlung. Während der Abkühlung erscheinen bei einer bestimmten Temperatur rasch sich bewegende Blasen, wie beim Aufwallen; jedoch wenn die Höhlung anfangs nur um  $\frac{1}{3}$  mit Flüssigkeit gefüllt war, findet eine langsamere Condensation statt, dem Regen ähnlich.

Der Apparat wurde in folgender Weise (der Reihe nach) eingerichtet:

- a) die Lichtquelle;
- b) ein Kolben von 1500 ccm Inhalt mit Wasser von  $30^{\circ}$  C., in dem sich das Object mit einem Thermometer verbunden befindet;
- c) eine plane, an der Oberfläche des Kolbens aufge kittete Glasplatte;
- d) eine schwache Objectlinse, welche ein Bild des Objectes in der Brennebene eines Mikroskopes (e), mit dem eine Camera (f) verbunden ist, bildet.

Damit man instande ist, das Bild zur gleichen Zeit zu beobachten, wird ein dünnes Deckgläschen zwischen Ocular und Camera unter  $45^{\circ}$  eingefügt, welches die Beobachtung des Objectes von der Seite gestattet.

Ref.: H. L. Bowman.

**30. T. L. Walker (in Calcutta): Ein Diamantvorkommen im Kalahandi-Staat in den Centralprovinzen von Indien** (Mem. Geol. Survey of India 1902, (3) 33, 24).

Kleine Diamanten kommen in der Nähe von Bondesor in Seifen vor, welche

aus dem graphitführenden Granat-Sillimanitschiefern (»Khondalit«) entstanden sind. Der Verf. vermutet, daß (im Einklange mit der Ansicht Beckes) die dichtere Modification des Kohlenstoffes dort gebildet worden sei, wo das Gestein eine heftige Compression erlitten hat.

Ref.: H. L. Bowman.

**31. T. H. Holland** (in Calcutta): **Die Glimmervorkommen von Indien** (Memoirs Geol. Survey of India 1902, (2) 34, 11—121).

Eine eingehende Beschreibung der mineralogischen und chemischen Beschaffenheit der indischen Glimmer, sowie deren geologischen Vorkommen und geographischer Verteilung mit Notizen über die technische Anwendung des Glimmers und den Bergbetrieb in Indien.

Es möge folgendes wiedergegeben werden: Beschaffenheit der Schlag- und Druckfiguren (als Mittel von 200 Beobachtungen an 30 indischen Muscoviten).

1. Der Leitstrahl der Schlagfigur ist senkrecht zur Symmetrieebene, sowie zur optischen Axenebene.

2. Er ist ebenfalls senkrecht zu einem Strahle der Druckfigur.

3. Die beiden anderen Strahlen der Schlagfigur bilden einen Winkel von  $53^{\circ}55'$  (Mittel) unter einander und von  $63^{\circ}$  mit dem Leitstrahle.

4. Die Strahlen der Druckfigur sind um  $60^{\circ}$  gegen einander gedreht.

5. Ätzfiguren mit *HJ* oder geschmolzenem *KOH* sind von dem Leitstrahle symmetrisch geteilt.

Diese Eigenschaften stimmen mit der Annahme monokliner Symmetrie überein. Diese kann aber durch Verzwillingung triklinen Materials hervorgebracht sein, der nach Ätzfiguren und schiefer Lage der Axenebene triklinen Symmetrie des Phlogopits und Biotits entsprechend.

Im Gegensatz zu den künstlichen Druck- und Schlagfiguren zeigen natürliche Figuren um einen Einschluß in Muscovit von Gudladona (Nellore) Strahlen, welche sich um fast genau  $30^{\circ}$  schneiden. Verf. nimmt an, daß diese Figuren bei höherer Temperatur entstanden sein können und daß das Mineral unter diesen Umständen eine höhere Symmetrie besitzen könnte.

Künstliche Schlagfiguren, erzeugt an Muscovit von verschiedenen Fundorten bei  $300^{\circ}\text{C.}$ , zeigen Winkel von  $56^{\circ}$ — $57\frac{1}{2}^{\circ}$  zwischen den Strahlen, während bei Zimmertemperatur diese Winkel nur  $53\frac{1}{2}^{\circ}$ — $55^{\circ}$  betragen.

Die großen »Bücher« von Glimmer (die gelegentlich einen Durchmesser von 3 m erreichen) kommen in Pegmatitgängen vor, welche folgende Mineralien enthalten: Albit, Allanit, Apatit, Autolith, Beryll, Biotit, Cassiterit, Columbit, Cyanit, Epidot, Flußspat, Granat, Ilmenit, Lepidolith, Leukopyrit, Magnetit, Mikroklin, Mondstein, Muscovit, Orthoklas, Pechblende<sup>1)</sup>, Quarz (rosa und weiß), Staurolith, Turmalin (rot, blau, grün und schwarz), Torbernit, Triplit, Uranocker.

Die Pegmatitgänge und Linsen liegen meistens in Glimmerschiefer, Quarzit usw. der oberen archaischen Formation.

Verf. ist zur Ansicht geneigt, daß die Pegmatite in Form eines wässerig-feurigen Schmelzflusses in die Schiefer eingedrungen sind (als wasserreiche Reste eines granitischen Magmas) und durch Absorption der sie umgebenden Gesteine modificiert sein können. Er nimmt an, daß der Glimmer möglicherweise durch

1) Analyse der Pechblende von den Singar-Glimmergruben im Gáya-Gebiet, von W. R. Cripser (in Calcutta): Uranoxyd 79,55, Aluminium und Eisenoxyd (incl.  $0,35\frac{0}{0}\text{P}_2\text{O}_5$ ) 3,33, Bleisulfid 9,96, Zinnsulfid 4,20, Kalk 0,30, Magnesium (Spur), kieselartige Substanz 2,30, Wasser (verbunden) 2,90, Alkalisalze (Diff.) 0,44; Summe 100,00.

die Wirkung fluorhaltiger Dämpfe auf Andalusit und andere ähnliche Mineralien der Schiefer entstanden sein kann, wie bei der Dölterschen Synthese von Glimmer aus Andalusit und fluorkieselsaurem Kalium- und Aluminiumfluorid.

Ref.: H. L. Bowman.

**32. G. C. Hoffmann** (in Ottawa): **Mineralogische Notizen** (Ann. Rep. Geol. Survey of Canada, 1903, R. 41).

Chrompicotit aus Gängen in Miocän-Ergußgesteinen zu Scottie Creek bei Mundorff, Lilloet District, British-Columbia. Sammetschwarze, derbe, körnige Massen; undurchsichtig, resp. in sehr dünnen Schliffen rot durchscheinend, mit halbmetallichem Glanz. Strich graulich bis schwärzlichbraun. Spec. Gew. 4,239. Analyse von R. A. A. Johnston:  $Cr_2O_3$  55,90,  $Al_2O_3$  13,83,  $FeO$  14,64,  $MgO$  15,04,  $SiO_2$  0,60; Summe 99,98.

Faujasit. Kleine milchweiße oktaëdrische Krystalle (bis 2 mm) in Quarz und Flußpat mit Datolith zu Daisy-Glimmergrube, Ottawa County, Quebec. Spec. Gew. 2,07. Analyse von Johnston:  $SiO_2$  48,7,  $Al_2O_3$  17,0,  $CaO$  4,6,  $Na_2O$  3,2,  $H_2O$  (Glühverlust) 26,0; Summe 99,5.

Gediegen Antimon. Lamellare Massen (bis 49 qcm) in Calcitgängen in derbem Magnetit, sowie Körnchen und Trümer im Magnetit selbst in der Nähe der Gänge; von der Dufferin Iron-Grube, Madoc Township, Hastings County, Ontario. Analyse von Johnston:  $Sb$  99,89,  $As$  0,02,  $Fe$  (Spur); Summe 99,91.

Edenit. Schöne Exemplare dieses Amphibols (bis 8 kg) aus einem Gange in Grenville Township, Argenteuil County, Quebec; mit graulichweißem, körnigem Pyroxen, Calcit, grau- bis nelkenbraunem Titanit, Skapolith, Granat, Apatit und Graphit.

Feinlamellare Massen mit vollkommener prismatischer Spaltbarkeit, sowie noch einer ziemlich guten senkrecht zur Axe.

Farbe bräunlich-rot, mit deutlichem Pleochroismus. Krystalle mehr oder weniger durchsichtig, mit Glasglanz. H. 6—6½. Spec. Gew. 3,108.

Analyse von Johnston:  $SiO_2$  46,09,  $Al_2O_3$  12,93,  $Fe_2O_3$  0,79,  $MnO$  0,36,  $CaO$  12,94,  $MgO$  20,82,  $Na_2O$  2,36,  $K_2O$  1,84,  $H_2O$  (100° C.) 0,18,  $H_2O$  (über 100° C.) 0,48,  $F$  2,84 = 101,60

$O = F$  1,19

Summe 100,41

Ref.: H. L. Bowman.

**33. C. Anderson** (in ?): **Über ein mit Montmorillonit verwandtes Mineral von Exeter, Neu-Süd-Wales** (Records Australian Mus. 1903, (1) 5, 67—68).

Ein amorphes, toniges, gallertartiges Material, frisch von blassroter Farbe, aber verbleichend, aus einem Eisenbahndurchstich zu Exeter, zwischen Goulburn und Sydney.

Bruch etwas muschelig bis uneben, fettig und durchscheinend. Sehr weich. Klebt etwas an der Zunge, mit erdigem Geruch. Nicht plastisch. Ein wenig von Säuren angreifbar. Wasserverlust (über  $H_2SO_4$ ) 10,74%, (zu 100° C.) noch 1,16. Analyse:  $H_2O$  (100°) 11,90;  $H_2O$  (Glühen) 12,54,  $SiO_2$  52,72,  $Al_2O_3$  24,28,  $Fe_2O_3$  0,87,  $MgO$  (Spur),  $CaO$  1,44, Alkalien (Spuren). Summe 100,75.

Ref.: H. L. Bowman.



**34. H. C. Jenkins** (in Melbourne): **Über ein interessantes Vorkommen von Gold in Victoria** (Rep. Australasian Assoc. for Advancement of Science 1902, 9, 308).

Das Gold kommt zu Clombinane bei Wandong an der Melbourne-Sydney-Eisenbahn vor, mit Quarz, Limonit, Antimonit und secundärem Antimonoxyd in kleinen verticalen Trümmern, welche einen 15—60 m mächtigen Gang eines »intermediären« Eruptivgesteins durchqueren.

Die Trümer verschwinden etwa 30 cm von den Grenzen des Ganges, als ob sie durch Zusammenziehung des Gesteins hervorgebrachte Spalten erfüllen.

Das Gold liegt hauptsächlich auf dem Antimonit, sowie auf und in Quarzkrystallen. Es ist also die jüngste Bildung, und wurde auf früher gebildetem Antimonit, wahrscheinlich auch mittels desselben, präcipitiert.

Ref.: H. L. Bowman.

**35. A. C. Cumming** (in ?): **Coorongit, ein südaustralischer Elaterit** (Proc. Roy. Soc. Victoria 1903, 15, 134—140).

Der Coorongit bildet weiche, biegsame, elastische Blätter (0,1 bis 1,0 cm dick) auf dem Boden im Cooronggebiete, Südastralien. Er ist schwarz mit grauer Oberfläche und ähnlich dem Kautschuk. Durch Extraction mit  $CS_2$  gibt er 1) einen klaren gelben wachsigem Körper, der weich bei  $35^{\circ}$ , flüssig bei  $42^{\circ}$  wird. Löslich in Benzol, Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff; unlöslich in Wasser oder Alkohol. Nicht verseifbar. Analyse:  $C$  77,91,  $H$  11,92,  $O$  (Diff.) 10,17; entsprechend (ungefähr)  $C_{10}H_{15}O$ . Molekulargewicht (in Benzol) =  $(C_{10}H_{18}O)_{16}$ ; (in Äther) =  $(C_{10}H_{18}O)_8$ ;

2) einen unlöslichen Rückstand, wie Korkfeilspäne mit Sand. Analyse (nach Abzug von 30—40% Asche);  $C$  64,22,  $H$  10,52,  $O$  (Diff.) 25,26, entsprechend (ungefähr)  $C_{10}H_{20}O_3$ . Verseifbar mit Kalilauge. Wahrscheinlich aus 1) durch Oxydation entstanden. Wahrscheinlich nicht tierischen Ursprungs, weil die Asche ( $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $NaCl$ ) keine Phosphorsäure enthält.

Verf. weist auf eine mögliche Verwandtschaft zwischen dem Coorongit und dem Kautschuk hin.

Ref.: H. L. Bowman.

**36. A. Liversidge** (in Sydney): **Über die Meteoriten von Boogaldi, Barratta, Gilgoi und Eli Elwah** (Journ. Proc. Roy. Soc. New South Wales 1902, 36, 341—359).

Das 1900 bei Boogaldi aufgefundene Meteoreisen enthält Spuren von Gold und Platin (resp. einem der Platinmetalle).

Ref.: H. L. Bowman.

**37. J. Park** (in Otago, Neuseeland): **Notizen über das Vorkommen von gediegen Blei zu Parapara, Collingwood** (Trans. New Zealand Inst. 1902, 35, 403—404).

Kleine unregelmäßige Kügelchen (1—4 mm) und dicke Platten (von 2,5 bis 10 mm Länge) von weichem gediegen Blei kommen in beträchtlicher Menge (etwa 11 kg auf 3 kg des erhaltenen Goldes) in Goldseifen zu Parapara, Collingwood County, Neu-Seeland vor. Das Blei ist geschmeidig und enthält Spuren von Gold und Silber. Es ist sonst vollkommen rein, und entbehrt namentlich Arsen und Antimon.



In der Nähe des Vorkommens gibt es krystallinischen Kalk, Quarzit, Glimmer- und Talkschiefer, wahrscheinlich untersilurischen Alters mit zersetztem Gabbro; daher ist der Ursprung des Bleis nicht festgestellt.

Ref.: H. L. Bowman.

38. A. Hutchinson (in Cambridge): Chemische Zusammensetzung und optische Eigenschaften des Chalybit aus Cornwall (Min. Mag. and Journ. of the Min. Soc. London 1903, 13, No. 61, 209—216; read April 3, 1900).

Die in neuerer Zeit auf den Gruben in der Nähe von Camborne vorgekommenen 5—10 mm großen Krystalle stellten die dem regulären Oktaeder ähnliche Combination der Basis mit einem ziemlich steilen, wegen Unebenheit nicht meßbaren Rhomboëder dar. An blaßgelben Spaltungsflächen gemessen  $73^{\circ}0\frac{1}{2}'$  bis  $73^{\circ}3'$ , Mittel  $73^{\circ}2\frac{1}{2}'$ . Dichte (desselben Stückes;  $3,938$  bei  $16,9^{\circ}\text{C.}$  und  $3,936$  bei  $17,1^{\circ}\text{C.}$  Die Analysen ergaben nahezu reines Eisencarbonat:

	I.	II.	III.	IV.	Mittel:		
<i>FeO</i>	64,45	64,02	—	—	64,08	<i>FeCO<sub>3</sub></i>	98,43
<i>MnO</i>	4,42	4,43	—	—	4,42	<i>MnCO<sub>3</sub></i>	4,82
<i>CaO</i>	0,40	0,42	0,09	—	0,40	<i>CaCO<sub>3</sub></i>	0,48
<i>MgO</i>	—	0,44	0,44	—	0,43	<i>MgCO<sub>3</sub></i>	0,26
<i>CO<sub>2</sub></i>	—	—	—	38,49	38,19		—
				100,62			100,69

Drei Prismen 1, 2, 3) wurden beliebig geschliffen und nach ihrer Neigung zu zwei Spaltungsflächen orientiert; die brechende Kante des ersten wich nicht viel von der optischen Axe ab und betrug ursprünglich  $42^{\circ}36\frac{1}{2}'$ ; nach einer Reihe von Messungen (1.) wurde sie auf  $39^{\circ}13'$  reducirt (1a.). Ein zweites Prisma (2.) hatte  $33^{\circ}41'$ , ein drittes (3.) größeres  $47^{\circ}45\frac{1}{2}'$ , aber einen Spaltungswinkel von  $73^{\circ}48'$  statt  $73^{\circ}2\frac{1}{2}'$ , so daß der daraus hergeleitete Brechungsquotient  $\varepsilon$  etwas unsicher ist. Die Prismen wurden stets auf das Minimum der Ablenkung für den ordentlichen Strahl eingestellt und die Ablenkung des außerordentlichen ohne Änderung der Prismenstellung bestimmt, dazu der Einfallswinkel des Lichtes auf die erste Prismenfläche. Für die Berechnung der Geschwindigkeit der außerordentlichen Welle und die Richtung ihrer Normalen im Krystalle wurde die Methode von Glazebrook (Phil. Trans. Roy. Soc. 1880, 171, 421) angewandt und nach Berechnung des Winkels zwischen Wellennormale und optischer Axe folgende Tabelle der Brechungsquotienten erzielt, mit getrennter Angabe der Werte für den Lichteintritt durch die eine (P) und durch die andere (S) Fläche des Prismas, nebst deren Mittel:

Prisma:	Lichteintritt durch:	$\omega$	$\varepsilon$				
		<i>Li</i>	<i>Na</i>	<i>Tl</i>	<i>Li</i>	<i>Na</i>	<i>Tl</i>
1.	P	1,8648	1,8733	1,8807	1,6294	1,6334	1,6370
	S	1,8654	1,8736	1,8814	1,6303	1,6335	1,6377
	Mittel:	1,8649	1,8734	1,8809	1,6297	1,6333	1,6373
1a.	P	1,8655	1,8734	1,8812	1,6306	1,6344	1,6379
	S	1,8655	1,8733	1,8812	1,6307	1,6340	1,6376
	Mittel:	1,8655	1,8733	1,8812	1,6306	1,6342	1,6377
2.	P	1,8643	1,8724	1,8801	1,6304	1,6340	1,6375
	S	1,8643	1,8723	1,8798	1,6295	1,6336	1,6368
	Mittel:	1,8643	1,8724	1,8799	1,6299	1,6338	1,6371

Prisma:	Lichtein- tritt durch:	<i>Li</i>	$\omega$ <i>Na</i>	<i>Tl</i>	<i>Li</i>	$\varepsilon$ <i>Na</i>	<i>Tl</i>
3.	<i>P</i>	1,8642	1,8722	1,8798	1,6281	1,6310	1,6344
	<i>S</i>	1,8641	1,8722	1,8797	1,6275	1,6310	1,6344
	Mittel:	1,8642	1,8722	1,8798	1,6278	1,6310	1,6344

Ortloff (Zeitschr. phys. Chem. 1896, **19**, 215) fand an hellgelbem Eisenspat von Wolfsberg am Harz mit  $FeCO_3$  77,32,  $MnCO_3$  17,04,  $MgCO_3$  5,42,  $CaCO_3$  0,86, Spaltungswinkel 72,55 ( $a:c = 1:0,81684$ ),  $\omega = 1,93409$ ,  $\varepsilon = 1,62185$  für *Na*.

Ref.: C. Hintze.

**39. G. T. Prior** (in London): Über einen Zusammenhang zwischen Molekularvolumen und chemischer Zusammensetzung bei einigen kristallographisch ähnlichen Mineralien (Min. Mag. and Journ. of the Min. Soc. London 1903, **13**, No. 61, 217—223; read June 18, 1904 and November 18, 1902).

J. D. Dana (Amer. Journ. Sc. 1850, **9**, 220) versuchte zu zeigen, daß kristallographisch ähnliche Mineralien auch bei chemischer Verschiedenheit einfache Beziehungen ihrer Molekularvolumina (Quotient von Molekulargewicht und Dichte) aufweisen, daß also in diesen Fällen die Krystallform lediglich in Beziehung zum Molekularvolumen stehe und sonst nichts mit der chemischen Zusammensetzung zu tun habe. Verf. meint, daß bei manchen solchen Mineralien auch chemische Beziehungen zu finden seien, wenn auch nicht so nahe, wie bei den gewöhnlichen isomorphen Gruppen.

Verf. hatte schon früher (in dieser Zeitschr. **36**, 167) die Beziehungen von Hamlinite zu Svanbergit u. a. hervorgehoben. Die Gruppe kann durch Sulfate erweitert werden:

		<i>rr</i>	<i>c</i>	<i>V</i>
Hamlinite	$AlPO_4 \cdot SrHPO_4 \cdot Al_2(OH)_6$	87° 2'	1,1353	142
Florencit	$AlPO_4 \cdot CePO_4 \cdot Al_2(OH)_6$	88 56	1,1901	143
Svanbergit	$AlPO_4 \cdot SrSO_4 \cdot Al_2(OH)_6$	89 25	1,2063	140
Beudantit	$FePO_4 \cdot PbSO_4 \cdot Fe_2(OH)_6$	88 42	1,1842	155
Alunit	$AlSO_4 \cdot KSO_4 \cdot Al_2(OH)_6$	90 50	1,2520	150
Jarosit	$FeSO_4 \cdot KSO_4 \cdot Fe_2(OH)_6$	90 45	1,2492	154
Natrojarosit	$FeSO_4 \cdot NaSO_4 \cdot Fe_2(OH)_6$	85 54	1,1038	154
Plumbojarosit	$FeSO_4 \cdot Pb_{\frac{1}{2}}SO_4 \cdot Fe_2(OH)_6$	89 42	1,2156	154
Utahit	$FeOHSO_4 \cdot FeOHSO_4 \cdot Fe_2(OH)_6$	84 9	1,0576	—

Geschrieben in der Penfield'schen Art (in dieser Zeitschr. **36**, 552) werden die Formeln:

Hamlinite	$[SrOH]_2[Al(OH)_2]_6[P_2O_7]_2,$
Florencit	$Ce_2[Al(OH)_2]_6[PO_4]_4,$
Svanbergit	$Sr_2[Al(OH)_2]_6[PO_4]_2[SO_4]_2,$
Beudantit	$Pb_2[Fe(OH)_2]_6[PO_4]_2[SO_4]_2,$
Alunit	$K_2[Al(OH)_2]_6[SO_4]_4,$
Jarosit	$K_2[Fe(OH)_2]_6[SO_4]_4,$
Plumbojarosit	$Pb[Fe(OH)_2]_6[SO_4]_4,$
Utahit	$[Fe(OH)_2]_2[Fe(OH)_2]_6[SO_4]_4.$

Bei den folgenden Gruppen treten die Beziehungen schon bei den gewöhnlichen Formeln und den aus diesen berechneten Molekularvolumina hervor:

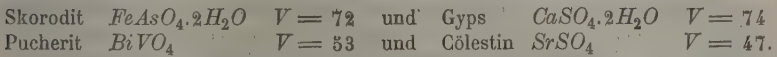
		System:	Axenelemente:	$\Gamma$
{ Monazit	$CePO_4$	monoklin	0,9693 : 1 : 0,9256; $\beta = 76^\circ 20'$	47
{ Krokoit	$PbCrO_4$	-	0,9603 : 1 : 0,9159; $\beta = 77^\circ 33'$	54
{ Gyps	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	-	0,6899 : 1 : 0,4124; $\beta = 80^\circ 42'$	74
{ Brushit	$HCaPO_4 \cdot 2H_2O$	-	0,6221 : 1 : 0,3445; $\beta = 84^\circ 45'$	78
{ Fergusonit	$YNbO_4$	tetr.-pyr.-hem.	1 : 1,4643	47
{ Scheelit	$CaWO_4$	-	1 : 1,5556	48
{ Chrysoberyll	$BeAlAlO_4$	rhomb.	0,4700 : 1 : 0,5800	36
{ Olivin	$MgMgSiO_4$	-	0,4657 : 1 : 0,5856	44
{ Andalusit	$Al_2SiO_5$	-	0,9861 : 1 : 0,7024	51
{ Olivenit	$Cu_2(OH)AsO_4$	-	0,9396 : 1 : 0,6726	64
{ Diopsid	$CaMgSi_2O_6$	monoklin	1,0921 : 1 : 0,5893; $\beta = 74^\circ 40'$	66
{ Spodumen	$LiAlSi_2O_6$	-	1,1238 : 1 : 0,6355; $\beta = 69^\circ 40'$	60
{ Perowskit	$CaTiO_3$	regulär	—	34
{ Bixbyit	$FeMnO_3$	-	—	32
{ Geikielith	$MgTiO_3$	rhomboëdr.	1 : 1,370	30
{ Ilmenit	$FeTiO_3$	-	1 : 1,3846	32
{ Hämatit	$FeFeO_3$	-	1 : 1,3656	30

Andererseits können die Molekularvolumina kristallographisch ähnlicher Substanzen auf die Statuierung der chemischen Formeln hinweisen. Das Molekularvolumen des Zirkons ( $ZrSiO_4$ )  $V = \frac{182}{4,7} = 39$  wird nahezu gleich dem des Rutils ( $TiO_2$ )  $V = \frac{80}{4,2} = 19$ , wenn letzteres verdoppelt wird, entsprechend der Formel  $TiTiO_4$ . Solchen Beziehungen ist in der folgenden Tabelle Ausdruck gegeben:

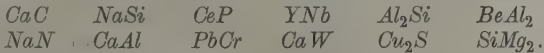
		System:	Axenelemente:	$\Gamma$
{ Zirkon	$ZrSiO_4$	tetr.	1 : 0,6404	39
{ Rutil	$TiTiO_4$	-	1 : 0,6442	38
{ Sellit	$MgMgFl_4$	-	1 : 0,6596	41
{ Xenotim	$YPO_4$	-	1 : 0,6187	41
{ Brookit	$Ti_2Ti_4O_{12}$	rhomb.	0,8446 : 1 : 0,9444	118
{ Tantalit	$Fe_2Ta_4O_{12}$	-	0,8285 : 1 : 0,8898	125
{ Hübnerit	$Mn_2MnW_3O_{12}$	monokl.	0,8300 : 1 : 0,8678; $\beta = 89^\circ 22'$	126
{ Cölestin	$SrSO_4$	rhomb.	0,7789 : 1 : 1,2800	47
{ Markasit	$FeFeS_4$	-	0,7662 : 1 : 1,2342	50
{ Kupferkies	$Cu_2Fe_2S_4$	tetr.	1 : 0,9853	88
{ Stannin	$Cu_2FeSnS_4$	-	1 : 0,9827	95
{ Kalkspat	$Ca_2C_2O_6$	rhomboëdr.	1 : 0,8543	74
{ Nordenskiöldin	$CaSnB_2O_6$	-	1 : 0,8221	65
{ Calomel	$Hg_2Cl_2$	tetr.	1 : 1,7229	72
{ Matlockit	$Pb_2Cl_2O$	-	1 : 1,7627	70
{ Anatas	$Ti_4O_8$	-	1 : 1,7771	80

Dagegen haben z. B. die homöomorphen Zinkit ( $ZnO$ ), Greenockit ( $CdS$ ) und Jodyrit ( $AgJ$ ) trotz der gleichen Atomanzahl im Molekül und der engsten

krystallographischen Beziehungen die ungleichen Molekularvolumina 13, 30 und 40, auf deren nahezu 1 : 2 : 3 entsprechendes Verhältniß der Verf. jedoch hinweist. Auch finden sich Beispiele annähernd gleicher Molekularvolumina bei ähnlichen chemischen Formeln ohne jede krystallographische Ähnlichkeit, wie



Wie bei den im gewöhnlichen Sinne isomorphen Gruppen einzelne Elemente als krystallographisch äquivalent erscheinen, so Gruppen von Elementen bei den in den vorhergehenden Tabellen aufgestellten Beispielen, wie die in nachstehender Tabelle unter einander stehenden Atomgruppen:



In manchen Fällen, besonders bei sehr complicierten chemischen Molekülen, mag die Äquivalenz gewisser Atomgruppen nur eine annähernde sein, und ihre gegenseitige Vertretbarkeit in solchen Mineralien ohne merkliche Änderung der Krystallform bis zu einem gewissen Grade vom »Masseneffect« (Penfield, in dieser Zeitschr. 36, 552) der anderen Constituenten des Moleküls abhängen.

Ref.: C. Hintze.

40. G. T. Prior (in London) und A. K. Coomaraswamy (in Kandy, Ceylon): **Serendibit, ein neues Borosilicat von Ceylon** (Min. Magaz. and Journ. of the Min. Soc. London 1903, 13, No. 61, 224—227; read February 4, 1902).

Das nach einem alten arabischen Namen (Serendib) für Ceylon benannte Mineral findet sich als tiefblau färbender Gemengteil in Contactzonen zwischen Kalkstein und einem wesentlich aus Quarz und Feldspat bestehenden feinkörnigen Granit, der stellenweise mit Kalkstein wechsellagert; die Contactzonen bestehen in der Nähe des Kalksteins meist ganz aus farblosem Diopsid, in der Nähe des Granits aus einem Gemenge des Diopsids mit anderen Mineralien wie blauer Spinell, etwas Apatit, gelegentlich Skapolith oder Plagioklas und Serendibit. In Gangapitiya bei Ambakotte, 12 Miles östlich von Kandy, in Steinbrüchen auf Mondstein, der in jenem Granit in großen porphyrischen Krystallen vorkommt.

Der Serendibit wurde nur in so innigem Gemenge mit Diopsid und Spinell beobachtet, daß keine ausgebildeten Krystalle isoliert werden konnten. Meist in unregelmäßigen Körnern, stellenweise eine Art ophitischer Structur mit dem Diopsid bildend. Gestreckte polysynthetische Zwillinge, zuweilen mit zwei Endflächen, die (im Dünnschliff) mit einander etwa  $76^\circ$  und mit den anliegenden Seitenflächen etwa  $42^\circ$  und  $58^\circ$  bilden; optische Auslöschung nahezu symmetrisch unter etwa  $15^\circ$  zu den zwei Reihen von Zwillingsslamellen, aus denen je eine optische Axe nahezu central austritt; Pleochroismus blaßgelb (nahezu farblos) für Schwingungen parallel jener Auslöschungsrichtung und himmelblau senkrecht dazu, in einer anderen Varietät blaß bräunlichgelb bis tief indigoblau; Compensation mit dem Quarzkeil erfolgte rechtwinkelig zur oben genannten Auslöschungsrichtung; Brechungsvermögen nahe gleich dem des Diopsids, zwischen Monobromnaphthalin und Methylenjodid, etwa 1,47; Doppelbrechung schwach. Wahrscheinlich triklin. Ohne Spaltbarkeit, mit halbmuscheligem Bruch. Glasglänzend. Durchsichtig. Farbe himmelblau bis indigoblau. Härte nahezu gleich Quarz,  $\approx 6\frac{3}{4}$ . Dichte 3,42. Vor dem Lötrohre unschmelzbar. Von Säuren,

selbst Flußsäure nur langsam angegriffen. Im Kölbchen etwas Wasser abgebend, mit zweifelhaften Spuren der Ätzung durch Fluor. Beim Schmelzen mit Fluorcalcium und Kaliumbisulfat grüne Borfärbung der Flamme. Die Gegenwart von Bor wurde bestätigt durch Schmelzen mit Soda, Ausziehen mit Wasser, Ansäuern mit Essigsäure und Destillieren mit Methylalkohol; das Destillat wurde zur Fixierung der Borsäure mit Kalk behandelt und zur Trockne verdampft; der Rückstand, mit Schwefelsäure behandelt, färbte die Flamme des Methylalkohols grün und nach dem Auflösen in Salzsäure Kurkumapapier rot.

Analyse von Prior:

$SiO_2$	25,33	0,42	
$Al_2O_3$	34,96	0,35	
$FeO$	4,17	0,06	
$CaO$	14,56	0,26	} 0,69
$MgO$	14,91	0,37	
$Na_2O + Li_2O$	0,54 <sup>1)</sup>		
$K_2O$	0,22		
Glühverlust	0,69		
$P_2O_5$	0,48		
$F(?)$	nicht bestimmt		
$B_2O_3$ aus Differ.	4,17	0,07	
	100,00		

Die »provisorische« Formel  $10(Fe, Ca, Mg)O \cdot 5Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot B_2O_3$  wird geschrieben als  $6(Fe, Ca, Mg)SiO_3 \cdot 4MgAl_2O_4 \cdot 2AlBO_3$ .

Ref.: C. Hintze.

41. G. T. Prior (in London): Über Mineralien in Gesteinen aus Britisch-Ostafrika (Min. Magaz. and Journ. of the Min. Soc. London 1903, 13, No. 61, 228—263; read March 25 and November 18, 1902).

Phonolithe, Phonolith-Trachyte, Riebeckit-Rhyolithe, Kenyte und Basalte von den Vulkanen des Great Rift Valley, Nephelinite und basaltische Gesteine vom Mt. Elgon, gesammelt von J. W. Gregory auf seiner Expedition von Mombasa nach dem Mt. Kenya und Lake Baringo. — In den phonolithischen Gesteinen pleochroitisch (grasgrün bis gelb) Ägirin und davon durch großen Auslöschungswinkel und weniger leuchtende Farben unterschiedener Ägirin-Augit. Ferner viele Varietäten von Natronhornblenden, zwei davon zu Bröggers (Eruptivgesteine des Kristianiagebietes 1894, 1, 37) Kataphorit gestellt, die eine pleochroitisch a blaßbräunlichgelb bis farblos, b bräunlich-rosenrot, c rötlichgelb, in prismatischen Schnitten mit Auslöschungswinkel bis zu  $40^\circ$ , die andere mehr sich gewöhnlicher Hornblende nähernd, Pleochroismus von bräunlichgelb bis dunkelpurpurbraun, Auslöschungswinkel bis  $23^\circ$ ; Cossyrit, Absorption  $c > b > a$ , a schmutzig rötlichbraun, b rötlichbraun, c dunkel rotbraun bis undurchsichtig, Auslöschungswinkel bis  $43^\circ$ . — In Riebeckit-Rhyolith von Gilgil, nördlich vom Lake Naivasha, Riebeckit, a tief indigoblau, b tiefblau bis undurchsichtig, c hell schmutziggelb; in anderer Varietät rosenroter Kataphorit, a rötlichgelb, b rosenrot, c blaß rötlichbraun, Auslöschungswinkel bis  $36^\circ$ . In einer glasigen Lava phonolithähnlicher Zusammensetzung vom Lake Suess eine

1) Das Ganze als  $Na_2O$  berechnet;  $Li_2O$  spektroskopisch erwiesen.



kataphoritähnliche Hornblende, *a* hellgelb, *b* schmutzig rosenrot, *c* grünlichgelb. — Perowskit in Nepheliniten vom Mt. Elgon, dem Nandi-District und dem Fuße des Ruwenzori; darunter auch Melilith-Nephelinite; ferner vom Mt. Elgon ein Augit-Perowskit-Magnetitgestein, ähnlich dem Jacupirangit.

Ref.: C. Hintze.

**42. G. F. Herbert Smith** (in London): **Einige neue Formen am Krennerit** (Min. Magaz. and Journ. of the Min. Soc. London 1903, 13, No. 61, 264—267; read June 10, 1902).

Verf. untersuchte den schon von Miers (in dieser Zeitschr. 20, 522) gemessenen Krystall von Nagyag, sowie vier andere kleinere Krystalle von derselben Stufe, mit dem dreikreisigen Goniometer. Habitus säulig, Prismenzone gestreift, Farbe bronzegelb, Dicke  $0,2 \times 0,2$  bis  $0,7 \times 0,5$  mm. Es wurden alle bisher beobachteten Formen wiedergefunden und dazu die neuen Formen: *K*(310), *L*(520), *M*(650), *N*(340), *j*(140), *J*(160),  $\beta$ (144),  $\gamma$ (582), *f*(234),  $\alpha$ (562), *r*(142), *x*(342), *y*(224), *R*(542),  $\delta$ (043),  $\varphi$ (343),  $\varepsilon$ (032),  $\vartheta$ (034),  $\chi$ (144),  $\psi$ (344),  $\xi$ (411),  $\eta$ (012),  $\alpha$ (013),  $\lambda$ (904),  $\pi$ (404), *II*(502),  $\mu$ (104). Dem neu aufgestellten Axenverhältnisse sind die älteren von Miers (a. a. O.), Schrauf (in dieser Zeitschr. 2, 235) und G. vom Rath (ebenda 1, 614) beigefügt:

Smith	$a:b:c = 0,9369 : 1 : 0,5068,$
Miers	$0,9389 : 1 : 0,5057,$
Schrauf	$0,9396 : 1 : 0,5073,$
vom Rath	$0,9407 : 1 : 0,5045.$

Ref.: C. Hintze.

**43. L. J. Spencer** (in London): **Mineralogische Notizen über westaustralische Telluride und die Nichtexistenz von Kalgoorlit und Coolgardit als Mineralspecies** (Ebenda 1903, 13, No. 61, 268—290; read June 10, 1902).

A. Seit das Vorkommen der Goldtelluride in Westaustralien durch A. G. Holroyd (Kalgoorlie Miner, 29. Mai 1896; Trans. Austr. Inst. Mining Engineers 1897, 4, 186) bekannt gemacht wurde, ergaben die Tellurgruben von Kalgoorlie im Ost-Coolgardie-Goldfelde soviel Gold, wie die übrigen Goldfelder Westaustraliens zusammen. Nur in einem ganz kleinen Gebiete um Kalgoorlie kommen die Telluride vor, auf Gängen oder richtiger in großen linsenförmigen Massen und als Imprägnation, in Schiefergesteinen, und zwar nur unterhalb einer gewissen Tiefe, indem näher der Oberfläche die Gesteine verwittert und die Mineralien zersetzt sind, unter Abscheidung von gediegenem Gold. Die Telluride bilden unregelmäßig begrenzte krystallinische Massen und sind anscheinend niemals in deutlichen Krystallen gefunden.

1. Calaverit. Das häufigste, goldreichste und zuerst entdeckte der Kalgoorlieerze. Lichtbronzegelb mit lebhaftem Metallglanz, mit halbmuscheligem Bruch ohne Spaltbarkeit; etwas dem Pyrit gleichend, und deshalb anfänglich als solcher fortgeworfen. Analysen (meist noch nicht in dieser Zeitschr. referiert) von Holroyd (a. a. O.), Mingaye bei Pittman (Rec. Geol. Surv. N. S. Wales 1898, 5, 203; 6, 1; Austr. Mining. Standard 1898, 13, 2638, 2669, in dieser Zeitschr. 32, 299), Simpson (Ann. Progr. Rep. Geol. Surv. W. Austr. 1897—98, 44; 1898—99, 57; Bull. Geol. Surv. 1900, 4, 144; 1902, 6, 1),

Rogers bei Simpson (a. a. O.), Klüss bei Krusch (in dieser Zeitschr. **38**, 303), Carnot (ebenda **37**, 94), Mc George bei Simpson 1902 a. a. O.), Mc Ivor (Chem. News 1900, **82**, 272; 1902, **86**, 308):

Te	Au	Ag	Cu	Fe	S	Summe:	Dichte:	
56,3	43,7	—	—	—	—	100	—	AuTe <sub>2</sub>
55	44	Spur	—	—	—	99	—	} Holroyd
54	39,2	3	—	—	—	96,2	—	
56,65	41,76	0,80	—	—	—	99,21	9,377	Mingaye
57,27	41,37	0,58	—	—	—	99,22	9,311	Simpson
59,69	38,70	1,66	0,24	0,18	0,09	100,53 <sup>1)</sup>	—	Rogers
58,63	37,54	2,06	0,29	0,09	0,10	104,14 <sup>2)</sup>	—	Klüss
60,30	33,90	4,82	0,63	Spur	—	99,65	—	Carnot
54,10	42,60	0,70	Arsenkies	2,40	—	99,80	—	Mc. George
57,00	42,15	0,60	—	—	—	99,75	9,314	Mc. Ivor

2. Sylvanit. Viel weniger häufig als die anderen Goldtelluride. Silberweiß mit lebhaftem Metallglanz und einer vollkommenen Spaltungsrichtung. Krystallinische Massen größer als aus Siebenbürgen und Colorado; im British Museum Stücke mit 8 cm langen Spaltungsflächen, senkrecht dazu bis 4,5 cm dick; ohne Krystallflächen, aber auf der rauhen gestreiften Oberfläche zuweilen deutliche Anzeichen von Zwillingbildung nach einer zur Spaltbarkeit senkrechten Ebene. Analysen von Frenzel (in dieser Zeitschr. **32**, 178; Dichte 8,14), Wölbling bei Krusch (ebenda **38**, 303), Carnot (ebenda **37**, 94), Higgin bei Simpson (Bull. Geol. Surv. W. Austr. 1902, **6**, 1):

Te	Au	Ag	Cu	Ni	Summe:	
62,5	24,2	13,3	—	—	100	AuAgTe <sub>4</sub>
58,63	36,60	3,82	—	—	99,05	Frenzel
60,83	28,55	9,76	0,32	0,10	99,96 <sup>3)</sup>	Wölbling
60,45	29,85	9,18	0,15	0,10	99,73	Carnot
54,50	36,95	8,30	—	—	99,75	Higgin

Auf Grund der (damals allein vorliegenden) Analyse Frenzels hatte Hintze (Handb. Min. **1**, 898) das Erz zum Krennerit gestellt (Au, Ag)Te<sub>2</sub>; Spencer stellt es zum Sylvanit, weil Krennerit bisher nur in kleinen, nicht verzwilligten Krystallen (aus Siebenbürgen und Colorado) bekannt sei. Erst die Auffindung australischer Krystalle kann die Frage entscheiden.

3. Petzit. Von den anderen Erzen schon durch seine eisenschwarze Farbe und den muscheligen Bruch unterschieden, ohne Spaltbarkeit, metallglänzend; äußerlich nicht zu unterscheiden von Coloradoit. Die Analysen von Wölbling bei Krusch (in dieser Zeitschr. **38**, 303), Carnot (ebenda **37**, 94) und Grace bei Rickard (Trans. Am. Inst. Mining Engin. 1901, **30**, 708; Austr. Mining Standard 1901, **19**, 153, 190):

Te	Au	Ag	Hg	Cu	Fe	Sb	Summe:	
32,8	25,4	41,8	—	—	—	—	100	Ag <sub>3</sub> AuTe <sub>2</sub>
32,60	24,33	40,70	—	0,10	0,07	—	99,71 <sup>4)</sup>	Wölbling

1) Mit Spuren von Pb, Bi, Zn.

2) Incl. Ni 0,07, Se 1,43, Gangart 0,23.

3) Incl. Fe 0,06, Se 0,20, S 0,09, Gangart 0,05.

4) Incl. Ni 0,08, Se 1,45, S 0,26, Gangart 0,12.

Te	Au	Ag	Hg	Cu	Fe	Sb	Summe:	
31,58	23,58	43,34	0,88	0,20	Spur	0,30	99,85	Carnot
32,33	24,16	41,22	2,00	0,10	—	—	99,81	—
33,00	23,42	41,37	2,26	0,16	—	—	100,21	—
34,60	24,64	40,47	0,29	—	—	—	100,00	Grace
34,83	24,62	40,55	—	—	—	—	100,00	—

scheinen nicht auf eine Mischung  $(Ag, Au)_2Te$ , sondern auf die Verbindung  $Ag_3AuTe_2$  zu deuten, vielleicht ein Telluraurat, analog den Sulfantimoniten. Das Quecksilber rührt wohl von beigemengtem Coloradoit her. Zwei andere Analysen von Wölbling und Carnot, für welche die Formeln  $(Ag, Au)_5Te_3$ , resp.  $(Ag, Au)_4Te_3$  berechnet wurden, sind wohl an Gemengen von Petzit (oder Hessit) mit Calaverit angestellt:

Te	Au	Ag	Hg	Cu	Fe	Ni	Zn	Sb	S	Gangart: Sa:
36,90	15,06	45,95	—	1,16	0,08	0,06	0,04	0,12	0,45	0,22 100,04 Wölbl.
41,11	26,10	30,43	0,70	0,60	0,40	—	—	0,80	—	— 100,14 Carn.

4. Coloradoit. Eisenschwarz mit muscheligem Bruch wie der Petzit. Galt als selten, ist aber ziemlich verbreitet; bildet im Gemenge mit Petzit den sogenannten Kalgoorlit. Leicht mit dem Lötrohre erkennbar: schmilzt auf Kohle schnell, färbt die Flamme lebhaft bläulichgrün, entwickelt dichte weiße Dämpfe, und verschwindet rasch vollständig; im Kölbchen unter Spritzen zu schwarzer Kugel schmelzbar, ein Sublimat von Quecksilberkügelchen gebend und ein weniger flüchtiges von Tröpfchen telluriger Säure, letztere heiß gelb und kalt weiß oder farblos; mit einer größeren Probe ist auch ein schwarzes Sublimat metallischen Tellurs erhältlich. Eine genaue Analyse (I.) und eine weniger vollkommene (II.) an Material von der Great Boulder Main Reef-Goldgrube zu Kalgoorlie bestätigte die Formel  $HgTe$ :

	I.	II.	$HgTe$
Hg	60,95	59,40	61,2
Te	39,38	35,80	38,8
Summe	100,33		100,00

während Simpson (Ann. Progr. Rep. Geol. Surv. W. Austr. 1898—1899, 57)  $Hg$  50,40,  $Ag$  0,12,  $Au$  Spur,  $Te$  (aus Differenz) 49,48 gefunden hatte, also  $Hg_2Te_3$ . Dichte nach Simpson (a. a. O. 1897—1898, 44) 9,24, nach Spencer 8,062—8,074—8,077, Mittel 8,07.

5. Altaït. Vorher nicht bekannt, constatiert in geringer Menge von der Great Boulder Proprietary-Goldgrube. Bleigrau, zuweilen gelblich angelauten. Kubisch vollkommen spaltbar. Äußerlich zwar Bleiglanz ähnlich, doch wurde mit Lötrohr und auf nassem Wege Blei und Tellur, sowie die Abwesenheit von Schwefel nachgewiesen.

6. Gold findet sich reichlicher in den oberen oxydierten Partien der Gänge; hier stets in feiner Verteilung, in lockeren Massen (sponge-gold), matt und ockerig (mustard-gold), sowie in glänzenden Häutchen (paint-gold). Solches sekundäres Gold kommt auch als Seltenheit auf den Telluridstufen vor; das letzteren beigemengte primäre Gold gleichzeitiger Bildung erscheint in dickeren, mehr klumpigen Massen. — Fahlerz, sehr ähnlich dem Petzit und Coloradoit, mit demselben muscheligen Bruch, nur etwas dunkler eisenschwarz; auf manchen Stufen in kleinen derben Massen. Qualitativ nachgewiesen  $Cu$ ,  $S$ ,  $As$ , weniger  $Sb$ , etwas  $Fe$  und  $Zn$ . Zu solchem Arsenfahlerz gehörte wohl auch das von

Krusch (in dieser Zeitschr. **38**, 303), nach Wölblings Analyse zum Enargit gestellte Erz. — Magnetit an einer Stufe in den Telluriden eingewachsen als etwa 1 cm große Krystalle (111) (110), in der Umwandlung in Martit begriffen. — Dolomit verbreitet als graue derbe Lagen im grünlichen Schiefer; nur einmal späte Massen von Braunspat, wahrscheinlich Mesitinspat; auch Kalkspat und Faser gypsum selten. — Schwarze Nadelchen von Turmalin in Pyrit und im Gestein. — Chalkopyrit zuweilen in Coloradoit und in Quarz.

Das Muttergestein der Telluridstufen gewöhnlich ein hellgrünlicher Sericitschiefer, durchspickt mit winzigen Pyriten, meist Würfeln. Oft hinzutretender Chlorit macht das Gestein dunkler und nähert es einem Chloritschiefer.

B. Kalgoorlit wurde 1898 von Pittman (vgl. oben S. 413; in dieser Zeitschr. **32**, 299) als  $HgAu_2Ag_6Te_6$  beschrieben, von der Lake View- und Boulder Junction-Goldgrube zu Kalgoorlie, Coolgardit 1901 von Carnot (in dieser Zeitschr. **37**, 94) an Material der Pariser Weltausstellung von 1900, von der Great Boulder Proprietary-Goldgrube, als  $(Au, Ag, Hg)_2Te_3$ . Daß Kalgoorlit nur ein Gemenge von Petzit und Coloradoit sei, wurde schon von Rickard (Trans. Am. Inst. Min. Engin. 1901, **30**, 745) vermutet; Carnot adoptierte den Namen Kalgoorlit für den von ihm analysierten (vgl. oben S. 414) Hg-haltigen Petzit, also jedenfalls eine andere Substanz, resp. Gemenge als Pittmans Kalgoorlit. Weder Pittman noch Carnot erwähnen das Vorkommen von Coloradoit, der von Rickard (vgl. oben S. 414) schon 1897 konstatiert worden war. Spencer löst die Kalgoorlitanalyse auf in  $HgTe + 2Ag_3AuTe_2 + Te$ , die drei Coolgarditanalysen in Anteile von Coloradoit ( $HgTe$ ), Petzit ( $Ag_3AuTe_2$ ), Calaverit ( $AuTe_2$ ) und Sylvanit ( $AuAgTe_4$ ), durch deren Verhältnis auch das verschiedene Aussehen des Analysenmaterials, mehr gelblichgrau oder mehr schwarz, erklärt wird. Von fünf Stufen »Kalgoorlit« im British Museum wurden an zwei nur Coloradoit, an einer dritten Calaverit und Coloradoit, an der vierten Calaverit und Petzit, an der fünften Calaverit, Coloradoit und Petzit konstatiert. Petzit und Coloradoit sind an sich zwar äußerlich nicht zu unterscheiden, doch sieht man an ihrem Gemenge, daß der muschelige Bruch nicht kontinuierlich über die ganze Oberfläche verläuft. Im Coolgardit könnte man ein Gemenge von Coloradoit mit einem noch unbekannten Sesquitellurid  $(Au, Ag)_2Te_3$  annehmen, dessen Existenz aber nicht mehr erwiesen ist, als die der oben S. 415 beim Petzit erwähnten angeblichen  $(Au, Ag)_4Te_3$  und  $(Au, Ag)_5Te_3$ . Vielmehr liegen durchweg wohl nur Gemenge der bekannten Telluride vor.

Ref.: C. Hintze.

**44. W. J. Lewis** (in Cambridge): **Notizen über Mineralien aus der Gegend von Binn in der Schweiz — Mispickel, Pyrit, Diopsid und Quarz** (Min. Magaz. and Journ. of the Min. Soc. London 1903, **13**, No. 61, 294—293; read November 18, 1902).

1. Mispickel. Verf. erwähnt aus dem Dolomit die schon von Engelmann und Arzruni (in dieser Zeitschr. **2**, 312, 433) beschriebenen Krystalle {110}, {012}, {011}, {021}, auch einen knieförmigen Zwilling nach {110}. Gemessen  $(110):(1\bar{1}0) = 68^\circ 50'$ ,  $(011):(0\bar{1}1) = 100^\circ 45'$ , an anderem Krystall  $(110):(1\bar{1}0) = 68^\circ 50,5'$ ,  $(110):(012) = 72^\circ 44' - 73^\circ 27'$ ,  $(012):(012) = 61^\circ 40' - 62^\circ 34'$ .

2. Pyrit. An einem Krystalle aus dem Dolomit durch Messung nachgewiesen {100}, {210} glänzend, {120} rauh, {111}, {411}, {311}, {211}, {322}, {544}, {321}.



3. Diopsid. An pistaziengrünen Krystallen in Quarz vom Berge »Cherbadung« (wohl = »Tscherwandune«) bestimmt  $\{100\}$ ,  $\{310\}$ ,  $\{210\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{130\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{101\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{221\}$ ,  $\{021\}$ ,  $\{221\}$ ,  $\{312\}$ ,  $\{132\}$ , meist glänzend,  $\{101\}$ ,  $\{312\}$ ,  $\{132\}$  matt. Messungen mit denen von G. vom Rath an vesuvischen Krystallen übereinstimmend.

4. Periklin, Quarz und Spnen in einer Druse von der Südseite des Ofenhorns. Der Periklin vom gewöhnlichen Habitus, vielfach verzwilligt nach dem Periklingesetz. — Die Quarze klar, aber oft von Chlorit durchdrungen und incrustiert; ungewöhnlich flächenreich, besonders mit »directen« (positiven) Rhomboëdern und Trapezoëdern, deren Flächen glänzend, ungestreift und etwas gerundet sind, sowie auch »inversen« (negativen) mit kleinen und stark gestreiften Flächen. Directe Rhomboëder:  $\{100\}$ ,  $\{13.2.2\}$ ,  $\{7\bar{2}2\}$ ,  $\{3\bar{1}1\}$ ,  $\{31.11.11\}$ ,  $\{11.1.1\}$ ,  $\{522\}$ ,  $\{17.7.7\}$ ,  $\{733\}$ , unsicher  $\{20.10.10\}$ ,  $\{9\bar{7}4\}$ ; inverse Rhomboëder:  $\{122\}$ ,  $\{755\}$ ,  $\{322\}$ . Directe Trapezoëder:  $x\{841\}$ ,  $y\{10.5.2\}$ ,  $x\{421\}$ ; an zwei Krystallen auch ein gutes Bild zwischen  $xy$ , zu  $x\{122\}$   $53^0 26'$  und  $53^0 12'$  gemessen, entsprechend  $\{22.11.5\}$  ( $53^0 41,5'$ ) oder  $\{14.7.3\}$  ( $53^0 41,5'$ ); inverse Trapezoëder:  $t\{11.1.2\}$ ,  $u\{221\}$ ,  $\{8.10.5\}$ . Auch die trigonale Bipyramide  $s\{421\}$  meist vorhanden, gestreift nach den Kanten mit den inversen Trapezoëdern. Das Prisma  $m\{211\}$  gewöhnlich ausgedehnt. — Die Spnenkrystalle grün wie aus den Centralalpen, meist Zwillinge nach  $\{100\}$ . Beobachtet (nach der Aufstellung von Des Cloizeaux)  $\{100\}$ ,  $\{102\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{021\}$ ,  $\{310\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{132\}$ ,  $\{112\}$ .

Ref.: C. Hintze.

45. F. E. E. Lamplough (in Cambridge): Über einige neue Formen an Prostit (Min. Magaz. and Journ. of the Min. Soc. London 1903, 13, No. 61, 294—295; read November 18, 1902).

An Krystallen von Bolivia oder anderwärts in Südamerika wurden neben  $r\{100\}$ ,  $e\{110\}$ ,  $a\{101\}$ ,  $v\{201\}$  in erheblicher Ausdehnung beobachtet  $\{733\}$  —  $10R$  und  $\{9\bar{7}4\} = 13R$ , zu  $r 40^0 59'$  und  $42^0 24'$  geneigt, gemessen im Mittel  $40^0 36'$  und  $42^0 34'$ , sowie einmal am unteren Ende  $\{11.7.7\} = -6R$ , zu  $r 57^0 48\frac{1}{2}'$ , gemessen  $57^0 21'$ .

Ref.: C. Hintze.

46. L. J. Spencer (in London): Krystallformen von Carbiden und Siliciden von Eisen und Mangan („Ferromangan“ usw.) (Ebenda 1903, 13, No. 61, 296—302; read November 18, 1902).

Wie schon Mallard 1879 (in dieser Zeitschr. 4, 97), sowie Rathke und Brauns 1890 (ebenda 21, 389) constatierten, hat das »Spiegeleisen« krystallinisch-blättrige Structur und enthält weniger Mangan, während das »Ferromangan« mit höherem Mangangehalte nadelig bis säulig krystallisiert, hexagonal oder pseudohexagonal, resp. rhombisch; in Ermangelung von Endflächen war das System nicht sicher bestimmt. In den vom Verf. untersuchten Krystallen war zwar der Kohlenstoff zum Teil durch Silicium ersetzt, doch entsprach die Formel  $(Fe, Mn)_3(C, Si)$  der des gewöhnlichen Ferromangans:

	Fe	Mn	C	Si	Prismenwinkel:
I.	34,80	56,80	3,90	3,34	66° approx.
II.	$\left\{ \begin{array}{l} 59,35 \\ 60,00 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 32,50 \\ 33,40 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 6,08 \\ 5,85 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,37 \\ 0,23 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 67^0 32' \\ 67^0 32' \end{array} \right\}$
III.	48,40	44,05	6,40	4,35	67 33



	Fe	Mn	C	Si	Prismenwinkel:
IV.	67,40	20,10	1,63	10,50	60° approx.
V.	wenig	—	—	wenig	—
VI.	29,80	64,98	6,83	0,26	—
VII.	—	80	—	wenig	—

Das Material von IV. war nur derb, enthielt auch 0,17% Phosphor und eine Spur Schwefel, bei VI. wurde etwas Graphit zwischen den Krystallen wahrgenommen. Bei allen sieben Proben waren die Krystalle stahlgrau, oft aber bronzegelb angelauten; lebhaft metallglänzend, zuweilen mit matter schwarzer Kruste; sehr spröde, Härte zwischen 6—7; nicht magnetisch. Trotz der Ungenauigkeit mancher Messungen konnten scharf zwei Gruppen unterschieden werden: Krystalle mit einer rhombischen Prismenzone,  $mm = 67\frac{1}{2}^{\circ}$  etwa,  $bm = 56\frac{1}{4}^{\circ}$ ; an I. wurde durch Endflächen das rhombische System erwiesen; ferner Krystalle mit einer pseudohexagonalen Prismenzone und zwischen  $59^{\circ}$ — $61^{\circ}$  schwankenden Winkeln, an IV. durch Endflächen als triklin bestimmt.

Die Krystalle I. aus dem Hochofen von Blaina in Monmouthshire schon von Stead (Journ. Iron and Steel Inst. 1904, 59, 79) beschrieben. Rhombisch säulig  $m\{110\}$ ,  $b\{010\}$  mit  $c\{001\}$ ,  $p\{111\}$ , aus  $mm = 66^{\circ}$  und  $cp = 54^{\circ}$   $a:b:c = 0,65:1:0,67$ . Genauere Messungen an II. aus einem französischen Hochofen,  $mm = 67^{\circ}32'$ ,  $mb = 56^{\circ}14'$ ; an III. als Mittel aller (nicht guten) Ablesungen an fünf Krystallen  $mm = 67^{\circ}33'$  ( $66\frac{1}{2}^{\circ}$ — $68\frac{1}{4}^{\circ}$ ) und  $mb = 56^{\circ}12'$  ( $55\frac{1}{2}^{\circ}$ — $56^{\circ}49'$ ), an einem Krystalle wohl Zwillingbildung nach  $\{110\}$ . Danach ist das »Spiegeleisen« (II., III.) rhombisch oder monoklin, wegen des gleichen Prismenwinkels wohl rhombisch und isomorph mit dem Carbosilicid (I.).

Vom »Silicoferromangan« (IV.) kleine Krystalle als Auskleidung von Hohlräumen in krystallinischer Masse, uneben, aber zuweilen gut reflectierend, Messungen nur approximativ. Triklin;  $a:b:c = 0,58:1:0,66$ ,  $\alpha = 85^{\circ}12'$ ,  $\beta = 97^{\circ}43'$ ,  $\gamma = 90^{\circ}39'$ ;  $m\{110\}$ ,  $M\{110\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $n\{011\}$ ,  $c\{011\}$ ;  $mM$  von gleicher Ausdehnung,  $c$  auch ausgedehnt,  $nb$  oft ganz untergeordnet oder fehlend, zuweilen aber auch  $n$  von ähnlicher Ausdehnung wie  $c$ . Messungen an IV:

	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:
$bm = (010):(110) =$	$58^{\circ}—64\frac{1}{2}^{\circ}$	*60° approx.	—
$mM = (110):(110) =$		*	—
$Mb = (110):(010) =$		—	60° 0'
$bn = (010):(011) =$	$60^{\circ}16'$ , $60^{\circ}$	60° 8'	60 0
$nc = (011):(011) =$	66 42 66° 37'	*66 39	—
$eb = (011):(010) =$	53 43 53½°	*53 24	—
$nm = (011):(110) =$	69 29 69	69 15	69 28
$nM = (011):(110) =$	81 49 81½°	*81 25	—
$cM = (011):(110) =$	66 8 66° 40', 67½°	66 41	66 56
$em = (011):(110) =$	78 8 77°, 78°	77 43	78 10

Das nahezu reine Mangancarbid mit sehr wenig Eisen (V.) war ein dichtes Aggregat nadeliger, ungefähr parallel gestellter Krystalle, in kleinen Zwischenräumen mit glänzenden Flächen, sechs von ungefähr gleicher Ausdehnung in der Prismenzone, nach ihren Kanten gestreift; beste Ablesungen  $59^{\circ}46'$  und  $60^{\circ}16'$ , andere zwischen  $59^{\circ}22'$  und  $59^{\circ}50'$ , sowie  $60^{\circ}15'$  und  $60^{\circ}29'$  schwankend. An dem zerreiblichen zelligen Netzwerke von VI. schwankten die Messungen zwischen  $59^{\circ}$  und  $61^{\circ}$ ; an einem Krystalle eine raue Endfläche

ungefähr  $90^{\circ}$  zum Prisma. Am confusen Aggregate (VII.) kleiner Nadeln im Hohlraume einer dichten Masse beste Messungen  $59^{\circ}34'$  und  $60^{\circ}23'$ . Wenn also V.—VII. keine Entscheidung des Systems zuließen, so ist die Isomorphie mit IV. und das triklone System wahrscheinlich.

Mallard glaube den Prismenwinkel abhängig vom Mangengehalte. Spencer meint, daß der Unterschied in der Krystallform nicht abhängig vom Mangengehalte sei, sondern daß eine isodimorphe Reihe vorläge. Das von Jeremjew (in dieser Zeitschr. 3, 438) beschriebene »Ferromangansilicium«, regulär aber an rhombische Symmetrie erinnernd, ist nicht analysiert.

Ref.: C. Hintze.

**47. H. A. Miers (in Oxford): Über die Verwendung von Glimmer (Fuchsit) in der Ornamentik bei den Alten (Min. Mag. Lond. 1903, 13, 322—324).**

Ein Teil eines nackten rechten Beines vom Knie bis zu den Hüften (drei Zoll lang) aus der Sammlung von Oxford, von einer römischen Statuette stammend, liefert den ersten beobachteten Fall, daß die Alten Fuchsit in der Ornamentik verwendeten. Das Stück, sehr schön poliert, smaragdartig in Farbe und Aussehen, mit dunkleren und braunen Flecken, besteht ganz aus Fuchsit (Chromreaction; Axenwinkel ca.  $70^{\circ}$ ; erste Mittellinie negativ, nahezu  $\perp$  zur Spaltbarkeit; spec. Gew. 2,84). Die braunen Flecke sind wahrscheinlich nach dem mikroskopischen Befunde Einschlüsse von kleinen Rutilkrystallen.

Vielleicht ist das Mineral identisch mit einer der zwölf von Plinius beschriebenen Smaragdvarietäten.

Ref.: B. Goßner.

**48. H. L. Bowman (in Oxford): Die Brechungsindices von Pyromorphit, Mimetesit und Vanadinit (Ebenda 324—329).**

Die noch sehr mangelhafte Kenntnis der Brechungsindices der genannten Mineralien wird ergänzt, dadurch, daß Verf. an verschiedenen Vorkommen die Brechungsindices nach der Methode der kleinsten Ablenkung bestimmt. Verwendet werden Prismen von ca.  $30^{\circ}$ , meist künstlich hergestellt und hinreichend genau parallel der optischen Axe.

Die Brechungsindices sind:

		$\sigma$	$D$	Grün zw. $D$ u. $E$	$F$
1) Pyromorphit von Braubach	$\omega$	2,0504	2,0644		2,0964
	$\varepsilon$	2,042	2,0494		2,0832
2) Mimetesit von Wheal Alfred ?	$\omega$	2,1392	2,1488	2,1891	2,2220
	$\varepsilon$	2,1236	2,1346	2,1730	2,2053
3) - - - -	$\omega$	2,1349	2,144		2,1915
	$\varepsilon$	2,1180	2,129		2,1762
4) - - - -	$\omega$	2,1344	2,1475		—
	$\varepsilon$	2,1178	2,129		—
5) Mimetesit von Tintic	$\omega$	2,1326	2,1443		2,1932
	$\varepsilon$	2,1178	2,1286		2,1750
6) Endlicht von Hillsboro'	$\omega$	2,341	2,358		—
	$\varepsilon$	2,292	2,311		—
7) Vanadinit von Tuscon	$\omega$	2,354	—		—
	$\varepsilon$	2,299	—		—

In zweiaxigen Krystallen ist  $\epsilon$  entsprechend  $\alpha$ ,  $\omega$  entsprechend einem intermediären Werte zwischen  $\beta$  und  $\gamma$ .

Die einzelnen Vorkommen sind näher beschrieben:

1. Pyromorphit von Braubach. Leberbraune hexagonale Prismen mit  $m$ ,  $c$ ,  $u$ ,  $x$ ; ein Dünnschliff zeigte einaxige und schwach zweiaxige Partien. Die Analyse ergab: 81,12  $PbO$ . Spuren von  $FeO$  oder  $Fe_2O_3$ , 16,51  $P_2O_5$ , 2,71  $Cl$ , Spuren von  $Ba$ ,  $Ca$ .

2. Mimetesit, wahrscheinlich von Wheal Alfred. Ein kleiner gelblichgrüner Krystall mit  $m$ ,  $a$ ,  $x$ ,  $c$  (klein).

3. Mimetesit von demselben Handstücke mit  $m$ ,  $x$ ,  $c$ .

4. Mimetesit, wahrscheinlich von Wheal Alfred. Ein blaßgrünes Prisma mit  $m$ ,  $c$ ,  $y$ ,  $x$ . Aus zweiaxigen Lamellen bestehend, anscheinend unter  $40^\circ$  gegen die Hexagonseiten geneigt. Axenebene parallel einer Hexagonseite,  $2E = 62^\circ$ ; negativ.

5. Mimetesit vom District Tintic in Utah. Ein Krystall zeigte  $m$ ,  $x$ ,  $c$ . Querschnitte zeigen Sektoren mit großem Axenwinkel und negativer Bisectrix und undeutliche zonale Structur. Die Axenebene in einem Sector bildet  $60^\circ$  mit der Hexagonseite.

6. Endlichit von Hillsboro', Neu-Mexico. Blaßgelbe hexagonale Prismen; Dünnschliffe zeigen Bänderstructur mit verschiedener Lage der Axenebene und eine negative Bisectrix;  $2E$  gewöhnlich ca.  $44^\circ$ .

7. Vanadinit aus der Old Mammoth-Mine in Arizona. Rubinrotes Prisma mit  $m$ ,  $c$ ,  $u$ ; andere Krystalle zeigten  $m$ ,  $c$ ,  $x$  schmal, ganz untergeordnet  $u$  und  $s$ . Pleochronisch:  $\omega$  bräunlichrot,  $\epsilon$  bräunlichgelb. Die Bezeichnung ist nach Dana:  $a\{11\bar{2}0\}$ ,  $m\{10\bar{1}0\}$ ,  $c\{0001\}$ ,  $y\{20\bar{2}1\}$ ,  $x\{10\bar{1}1\}$ ,  $u\{2131\}$ ,  $s\{1121\}$ .

• Ref.: B. Goßner.

#### 49. H. L. Bowman in Oxford: Einige seltene Calcitzwillinge von Somerset (Min. Mag. London 1903, 13, 329—330).

Die Krystalle, aus einem Gange im New Red Sandstone bei Bindon in Somerset stammend, sind Zwillinge nach  $\{111\}$ , gewöhnlich einen Zoll dick und von schwach roter Farbe, herrührend von roten Thoneinschlüssen, und haben nur matte Flächen. Sie zeigen die Form  $r\{20\bar{1}\}$  und sind gewöhnlich aufgewachsen: an einem beiderseits ausgebildeten Krystalle wurde untergeordnet eine weitere Form, wahrscheinlich  $M\{3\bar{1}\bar{1}\}$ , beobachtet.  $r:r'$  an abgebrochenen Krystallen gemessen  $= 35^\circ 30'$  bzw.  $33^\circ 27'$ . Seltener sind kleinere einfache Skalenoëder.

Ref.: B. Goßner.

#### 50. T. V. Barker in Oxford: Einige Quarzkrystalle von De Aar (Kapkolonie) und anderen Fundorten. Ebenda 334—335.

Verf. beschreibt drei Quarzkrystalle mit seltenen complicierten Flächen.

Krystall I, von De Aar, aus Rechts- und Linksquarz bestehend, von pyramidalem Habitus, zeigt zwei Flächen oder vielmehr eine Fläche mit zwei Reflexen, denen die Indices  $X_1\{77\bar{5}\}$  und  $X_2\{33\bar{2}\}$  bzw.  $X_1\{11.\bar{1}.1\}$  und  $X_2\{11.\bar{1}.1\}$  zukommen, je nachdem sie zwischen Prisma und dem positiven oder dem negativen primären Rhomboëder liegen, was sich nicht sicher feststellen läßt.

	Berechnet:	Beobachtet:
$X_1 : m = \left\{ \begin{matrix} \{77\bar{5}\} \text{ oder} \\ \{14.\bar{1}.\bar{1}\} \end{matrix} \right\} : (2\bar{1}\bar{1}) = 30^0 34'$		$30^0 44'$
$X_2 : m = \left\{ \begin{matrix} \{33\bar{2}\} \text{ oder} \\ \{14.\bar{1}.\bar{1}\} \end{matrix} \right\} : (2\bar{1}\bar{1}) = 32 \ 42\frac{1}{2}$		$32 \ 43$

Krystall II von De Aar, ein Durchdringungszwilling von Rechts- und Linksquarz, zeigt in der Zone  $\{100 : 2\bar{2}\bar{1}\}$  eine schmale gerundete Fläche  $d_4\{13.1.2\}$  bzw.  $\{\bar{1}\bar{1}.31.12\}$ , je nachdem auch hier wieder das positive Rhomboeder liegt.  $d_4 : r = 9^0 25'$  (ber.) und  $9^0 30'$  (beob.).

Andere Krystalle von diesem Fundorte enthalten Flüssigkeitseinschlüsse und riechen beim Zerschlagen schwach nach Petroleum.

Krystall III, unbekannter Herkunft, ein Linksquarz, prismatisch, nur an einem Ende erhalten, zeigt Flächen an Polkanten der scheinbaren hexagonalen Pyramide; die Reflexe an der einen Polkante  $A$  entsprechen den Formen  $\varphi_1\{121.\bar{1}4.38\}$ ,  $\xi\{5\bar{1}2\}$ ,  $\varphi_3\{77.\bar{1}9.38\}$ ,  $\xi_4\{16.5.10\}$ ,  $\beta_6\{11.5.10\}$ ,  $\varphi_4\{19.9.18\}$ ,  $\varphi_5\{35.\bar{1}7.34\}$ ; ein Band von Reflexen deutet auf Formen:  $\{3\bar{1}2\}$ ,  $\{84.3\bar{1}.62\}$ ;  $\beta$  (die Mitte des Reflexbandes)  $\{20.7.14\}$ ;  $\beta$  und  $\varphi_3$  finden sich auch noch an einer zweiten Kante  $B$  mit weiteren Reflexen für  $\{149.\bar{1}7.94\}$  und  $\{257.91.182\}$ .

Die Winkeltabelle ( $hkl$ ):  $(100)$  für die verschiedenen Flächen ist:

an der Kante  $A$ :

	Berechnet:	Beobachtet:
$\varphi_1$	$43^0 50'$	$43^0 48'$
$\xi$	$23 \ 8$	$22 \ 52$
$\varphi_3$	$27 \ 43$	$27 \ 44$
$\xi_4$	$33 \ 30$	$33 \ 38$
Ein Band von Reflexen	$\begin{matrix} \{35 \ 41 \\ \{38 \ 44 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 35 \ 5 \\ 38 \ 13 \end{matrix}$
$\beta$	$36 \ 29$	$36 \ 39$
$\beta_6$	$43 \ 38$	$43 \ 40$
$\varphi_4$	$44 \ 46$	$44 \ 49$
$\varphi_5$	$45 \ 28$	$45 \ 29$

an der Kante  $B$ :

	Berechnet:	Beobachtet:
$\varphi_3$	$27^0 43'$	$27^0 46'$
Ein Band von Reflexen	$\begin{matrix} \{34 \ 27 \\ \{37 \ 26 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 34 \ 27 \\ 37 \ 26 \end{matrix}$

Ref.: B. Goßner.

51. R. H. Solly (in Cambridge): Bleisulfarsenite aus dem Binnental. Teil IV. Seligmannit; mit einer ergänzenden Notiz über Baumhauerit (Min. Mag. London 1903, 13, 336—341; Forts. zu diese Zeitschr. 37, 321).

Seligmannit. Zwölf kleine lebhaft glänzende Krystalle von Seligmannit, von Dufrenoy'sithandstücken vom Binnental stammend, wurden krystallographisch untersucht. Es ergab sich:

$$a : b : c = 0,9233 : 1 : 0,8734.$$

Es wurden zwölf neue Formen gefunden:  $\eta\{310\}$ ,  $\frac{2}{3}x\{025\}$ ,  $x\{102\}$ ,  $z\{103\}$ ,  $t\{104\}$ ,  $A\{105\}$ ,  $s\{212\}$ ,  $D\{322\}$ ,  $\varphi\{113\}$ ,  $\frac{2}{3}p\{229\}$ ,  $3p\{331\}$ ,

$4p\{441\}$ ; nicht beobachtet wurden die Formen:  $\alpha\{021\}$ ,  $\Sigma\{031\}$ ,  $B\{071\}$ ,  $O\{1.10.2\}$ , die Baumhauer angibt.  $a$ ,  $b$ ,  $c$  sind meist gut ausgebildet; ebenso oft  $\{111\}$ ,  $\{101\}$ ,  $\{011\}$  und  $\{112\}$ ;  $\{110\}$  ist horizontal und vertical gestreift; Zwillinge nach  $\{110\}$ ; Härte 3; Spaltbarkeit nicht beobachtet.

	Berechnet:	Beobachtet:
$a : q = (100) : (510) = 10^0 27\frac{1}{2}'$		$10^0 28'$
$a : A = (100) : (410)$	13 0	12 $59\frac{1}{2}$ (Mittel)
$a : \eta = (100) : (310)$	17 $6\frac{1}{2}$	17 7 ( - )
$a : e = (100) : (210)$	24 47	24 $47\frac{1}{2}$ ( - )
$a : m = (100) : (110)$	42 43	42 $43\frac{1}{2}$
$a : f = (100) : (120)$	64 34	64 34
$a : i = (100) : (130)$	70 9	70 10
$a : o = (100) : (101)$	—	*46 $35\frac{1}{2}$
$a : \alpha = (100) : (102)$	64 $44\frac{1}{2}$	46 $40\frac{1}{2}$
$a : \varepsilon = (100) : (103)$	72 30	72 28
$a : t = (100) : (104)$	76 $44\frac{1}{2}$	76 41
$a : A = (100) : (105)$	79 17	79 15
$c : k = (001) : (013)$	16 14	16 14
$c : \frac{2}{3}k = (001) : (025)$	19 $45\frac{1}{2}$	19 $45\frac{1}{2}$
$c : n = (001) : (011)$	—	*41 8
$c : \frac{2}{3}p = (001) : (229)$	15 58	15 58
$c : \varphi = (001) : (113)$	23 $43\frac{1}{2}$	23 15
$c : y = (001) : (111)$	52 $9\frac{1}{2}$	52 9
$c : 3p = (001) : (331)$	75 29	75 30
$c : u = (001) : (112)$	32 46	32 46
$c : 4p = (001) : (441)$	79 $0\frac{1}{2}$	79 0
$c : l = (001) : (213)$	34 $46\frac{1}{2}$	34 46
$c : s = (001) : (212)$	46 10	46 10
$c : v = (001) : (211)$	64 $24\frac{1}{2}$	64 21
$a : C = (100) : (311)$	25 $4\frac{1}{2}$	25 0
$a : v = (100) : (211)$	35 $3\frac{1}{2}$	35 4
$a : D = (100) : (322)$	43 6	43 8
$a : y = (100) : (111)$	54 32	54 32
$b : q = (010) : (121)$	38 $44\frac{1}{2}$	38 $44\frac{1}{2}$
$b : y = (010) : (111)$	57 $36\frac{1}{2}$	57 $36\frac{1}{2}$
$b : s = (010) : (212)$	72 24	72 24
$m : W = (110) : (431)$	14 37	14 37
$m : v = (110) : (211)$	30 $56\frac{1}{2}$	30 $56\frac{1}{2}$
$m : o = (110) : (101)$	59 41	59 41
$m : u = (110) : (213)$	77 24	77 23
$m : u = (110) : (112)$	87 32	87 32
$m : n = (110) : (011)$	116 30	116 30
$m : q = (110) : (121)$	149 42	147 42
$c : q = (001) : (121)$	62 49	62 50
$c : W = (001) : (431)$	77 44	77 44
$o : n = (101) : (011)$	56 49	56 49
$m : m = (110) : (110)$	9 8	9 8
$y : y = (111) : (111)$	7 13	7 13



Baumhauerit. Dieser Teil der Abhandlung findet sich bereits in dieser Zeitschr. 1903, 37, 329.

Ref.: B. Goßner.

52. A. Hutchinson (in Cambridge): Über die Diathermansie des Antimonit (Min. Mag. London 1903, 13, 342—347).

Die neue Methode des Verfs. zur Bestimmung des Krystallsystems undurchsichtiger, aber diathermaner Krystalle ist ganz analog der optischen Methode bei durchsichtigen Krystallen, d. h. statt der absorbierten Lichtstrahlen werden polarisierte Wärmestrahlen nach dem Durchgange durch den Krystall zur Interferenz gebracht und die wechselnde Intensität beim Drehen des Krystalles geprüft. Die Strahlen, von weißglühendem Kalk kommend, werden durch eine Quarzlinse (5 cm Durchmesser, 9 cm Brennweite) auf der Thermosäule (Antimon-Wismuth) eines Boysschen Radiomikrometers, das möglichst gegen fremde Strahlen und Erschütterungen geschützt ist, vereinigt. Zwischen Linse und Radiomikrometer kommt die zu prüfende Platte, befestigt auf dem drehbaren, geteilten Tische eines Mikroskops ohne Linsen. Vor und hinter der Platte sind zwei Nicolsche Prismen. Die Ablesung erfolgt auf einer Scala durch Spiegelung; bei 18 cm Verschiebung auf der Scala drehte sich der Spiegel am Radiomikrometer um ca. 3°.

Eine Spaltungsplatte eines Antimonitkrystalles (0,29 mm dick), parallel {010}, ergab beim Drehen des Tisches folgende Werte:

Kreis (auf dem Mikroskoptische):

	0°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	90°
Skala (cm):	0	2	7½	13½	17½	18	17½	13	6½	4½	0

Bei 0° ist die Brachyaxe parallel der Schwingungsrichtung des einen Nicols.

Antimonit ist also rhombisch, im Gegensatze zu neueren Schlußfolgerungen *Drudes*.

Für einen Winkel  $\vartheta$ , um den die Platte aus der Auslöschungsrichtung gedreht ist, gilt für die Intensität der Strahlung:

$$J = a^2 \sin^2 (2\vartheta) \cdot \sin^2 \frac{\delta}{2}.$$

$x$  sei die Ablesung auf der Scala für den Winkel  $\vartheta$ ,  $y$  die für den Winkel  $\psi + \vartheta = \varphi$ ; dann ist:

$$a^2 \sin^2 (2\varphi) \cdot \sin^2 \frac{\delta}{2} = yk,$$

$$a^2 \sin^2 (2\vartheta) \cdot \sin^2 \frac{\delta}{2} = xk.$$

In Hinsicht, daß  $\varphi = \psi + \vartheta$ , ergibt sich schließlich

$$\cos (2\psi) + \cotg (2\vartheta) \cdot \sin (2\psi) = \sqrt{\frac{y}{x}}.$$

$\vartheta$  kann also hiernach aus zwei Ablesungen ermittelt werden, wofür ein Beispiel angeführt ist.

Die Verwendbarkeit der Methode soll weiter geprüft werden.

Ref.: B. Goßner.

**53. J. B. Scrivenor** (in London): **1. Anatas in der Trias von Mittelengland. 2. Ein besonderes Vorkommen von Magnetit im Oberen Buntsandstein** (Min. Mag. London 1903, 13, 348—352).

1. Nach Angabe der Literatur über das Vorkommen von Titandioxyd als Gesteinsbestandteil wird das weitverbreitete Auftreten von Anatas in den Triassandsteinen Mittelenglands, und zwar im Keupersandstein von Sutton Coldfield und Weston in Cheshire, im Bunten Pebble-bed-Sandstein bei Dale Abbey bei Derby und im Buntsandstein von Kingswinford beschrieben.

Die Größe der meist klaren Krystalle schwankt von 0,025—0,17 mm im größten Durchmesser. Die Formen sind anscheinend durchweg  $\{111\}$  und  $\{001\}$ , bei pyramidalem oder tafeligem Habitus. Meist farblos; ein Krystall von Dale Abbey war violettbraun, ein anderer gelb. Alle Krystalle sind optisch anomal und zweiaxig. Spaltbarkeit nach  $\{111\}$  und  $\{001\}$  nicht deutlich zu sehen.

Begleitminerale sind Zirkon, Rutil, Turmalin, Staurolith u. a., meist in deutlich gerundeten Krystallen. Der Anatas, im Gegensatz hierzu meist scharf ausgebildet, ist wohl sekundärer Bildung und aus Ilmenit und Sphen entstanden, wobei als Zwischenproduct Leukoxen sich gebildet haben mag. Tatsächlich findet sich Anatas auf weißen Massen, vermutlich Leukoxen, oft noch mit einem schwarzen Kern, anscheinend Ilmenit.

2. Sehr kleine wohlausgebildete Magnetitkrystalle, Würfel oder Oktaeder, im Oberen Buntsandstein bei Hinksford sind vermutlich entweder aus Siderit, dem ursprünglichen Bindemittel des Sandsteins, durch Oxydation entstanden oder es sind wahrscheinlicher Pseudomorphosen nach Pyrit, wofür die manchmal zu beobachtende hemiëdrische Streifung parallel einer einzelnen Würfelkante spricht.

Ref.: B. Goßner.

**54. W. B. Giles** (in Leyton, Essex): **Bakerit (ein neues Calciumborosilicat) und Howlit aus Californien** (Ebenda 353—355).

Bakerit (benannt nach seinem Entdecker Herrn Minendirector R. C. Baker), ein Calciumborosilicat von der Formel  $8CaO \cdot 5B_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 6H_2O$ , findet sich in Adern und Knoten von beträchtlicher Größe in den Minen der Borax Consolidated Company in der Mohave-Wüste im Bezirke San Bernardino in Californien. Es ist amorph, porzellanartig, von weißer, bisweilen blaßgrüner Farbe; Härte  $4\frac{1}{2}$ ; spec. Gew. 2,73. Es färbt am Platindrahte die Flamme grünlich und gibt eine weiße, vollkommen durchsichtige Perle. Die Analysenresultate sind:

	Weiß:	Blaßgrün:
$B_2O_3$	27,74	26,85
$CaO$	34,88	35,22
$SiO_2$	28,45	28,05
$H_2O$	8,30	8,66
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,63	1,22
	100,00	100,00

Howlit, bisher ein seltenes Mineral und nur in Neu-Schottland beobachtet, findet sich in bedeutender Menge in den genannten Boraxminen zum Teil in großen, zerreiblichen Massen kleiner, weicher, schuppiger Krystalle, zum Teil in harten felsähnlichen amorphen Massen und dient zur Borsäuregewinnung. Begleiter sind Natroborocalcit (=cottonball« und Colemanit. Analysenresultate:

Reine weiße schuppige Krystalle: Amorphe weiße Massen:

$B_2O_3$	44,38	43,78
$CaO$	28,45	28,44
$SiO_2$	15,50	15,33
$H_2O$	11,58	11,39
$Na_2O + MgO$	0,09	4,06
	100,00	100,00

Ref.: B. Goßner.

55. H. F. Collins (in London): Das Wollastonitgestein der Santa Fé-Mine im Staate Chiapas, Mexico, und seine Begleitminerale (Min. Mag. London 1903, 18, 356—362).

Fast reiner, weißer, durchsichtiger Wollastonit (spec. Gew. 2,88) von sehr langfaseriger Structur bildet in der genannten Gegend eine mächtige kuppenartige Gesteinsmasse. Ihr Durchschnitt in der tiefsten genügend erschlossenen Horizontalebene ist eine unregelmäßige Ellipse von 400 bzw. 160 Yards Durchmesser. Gegen den Rand zu wird der Wollastonit mehr körnig; es tritt Granat (Andradit) auf und schließlich geht das Gestein in die Abbauwürdigen Erzlager über, bestehend aus Bornit und Chalkopyrit mit etwas Bleiglanz, Pyrit, Enargit usw. Gangminerale sind vorwiegend Wollastonit, dann etwas Granat, Quarz, Calcit, Halbopal u. a.

Verf. hält den Wollastonit für eruptiv, die Erzlager für magmatische Spaltungsproducte. Als Grund für diese Auffassung wird außer der Gestalt, Lagerung und großen Ausdehnung der Wollastonitmassen bei gleichmäßiger Zusammensetzung besonders der Umstand geltend gemacht, daß die Wollastonitmasse nicht in Verbindung mit dem entfernten Kalkstein steht, sondern an Felsit und Diabas grenzt, an die erst noch Granit stößt.

Tafelige und prismatische Wollastonitkrystalle, von  $\frac{1}{2}$  Zoll bis 1 Fuß lang, finden sich in Hohlräumen meist aufgewachsen. Circulierende,  $CO_2$ -haltige Wasser haben die größeren Krystalle meist in Quarz oder Halbopal umgewandelt. Calcit und Quarz haben sich vielfach in Adern abgeschieden.

#### Krystallographische Beschreibung von L. J. Spencer.

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $v\{101\}$ ,  $t\{10\bar{1}\}$ ,  $r\{30\bar{1}\}$ ,  $q\{340\}$ . Krystalle verlängert nach der  $b$ -Axe und stark gestreift in der Zone  $[100:001]$ . Manchmal Zwillinge nach  $\{100\}$ ;  $c:c = 10^\circ 44'$  (gem.). Spaltbarkeit vollkommen nach  $\{100\}$  und  $\{001\}$ ;  $\beta = 84^\circ 37'$  (gem.). Ebene der optischen Axen  $\{010\}$ ; erste Mittellinie (negativ) im spitzen Winkel  $\beta$  und fast  $\perp \{101\}$ ;  $2H = 40^\circ$  ca. Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse, parallel der  $b$ -Axe, sind häufig.

Von den Mineralien der Randzone ist am wichtigsten ein  $Au$ - und  $Ag$ -haltiger Bornit. Chalcedon und Opal sind aus Wollastonit entstanden. Der Granat (spec. Gew. 3,89; Rhombendodekaëder), von olivgrüner, harzgelber bis rötlichbrauner Farbe gab bei der Analyse:

	Grün:	Braun:	Gemenge:
$SiO_2$	36,10	36,48	36,35
$Al_2O_3$	—	—	12,37
$Fe_2O_3$	19,30	19,50	19,43
$CaO$	—	—	33,33
$MgO$	—	—	0,40
			101,88

Goldhaltiger Linnäit, immer in Gesellschaft mit Bornit, gab bei der Analyse 44,34%  $S_2$ , 29,64  $Co$ , 17,15  $Ni$ , 3,32  $Fe$ , 5,32  $Cu$ , 0,53  $Au$ , 0,13  $Ag$ , 0,43 Gangart, entsprechend der Formel  $(Ni, Cu, Fe, Co)S.CoS_2$ . Ein Teil des Goldes ist mechanisch beigemengt, ein anderer vertritt wohl  $Co$ .

Kleine glänzende Krystalle von Enargit mit den Formen  $a\{100\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $c\{001\}$ , nach der  $c$ -Axe nicht verlängert und ringsum ausgebildet, finden sich in Hohlräumen auf Quarz und als Überzug auf Bornit. Häufig sind sternartige Durchkreuzungswillinge dreier Individuen.

Eine eigentümliche lamellare Verwachsung von Bornit und Bleiglanz, an Schrifitgranit erinnernd, mit besonders großem  $Au$ - und  $Ag$ -Gehalt, wurde an einigen Handstücken beobachtet.

Idokras in krystallinischem Kalk. Auf dem Gipfel eines Kalkberges,  $1\frac{1}{2}$  Meilen südlich von Santa Fè, tritt ein grobkrystallinisches Gestein zutage, bestehend aus Calcit als Muttersubstanz mit eingelagerten Idokraskrystallen. Es sind Prismen,  $\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{4}$  Zoll lang, von dunkel gelblichgrüner bis lauchgrüner Farbe, mit schuppigem Talk überzogen. Formen:  $m\{110\}$ ,  $p\{111\}$ , untergeordnet  $a\{100\}$ .

Ref.: B. Goßner.

**56. O. B. Boeggild** (in Kopenhagen): **Über einige Mineralien aus dem Nephelinsyenit von Julianehaab, Grönland** (Meddelelser om Grönland, Kopenhagen 1903, 26, 93—139).

#### 1. Erikrit, ein neues Mineral.

Erikrit, benannt nach dem dänischen König Erich, dem Roten, findet sich in ca. 1 cm großen, aber nicht ganz reinen Krystallen in Pegmatitgängen im Nephelinsyenit des Berges Nunarsuaik in Grönland, speciell im Lujaurit, aber auch im Sodalith-Syenit. Die Hauptmasse wurde in einem sehr wenig mächtigen Gange gefunden, der vorwiegend aus Arfvedsonit und Ägirin mit secundärem Analcim und Natrolith bestand, und zwar vollständig eingebettet in die Begleitmineralien. Ein kleinerer Teil, von ganz ähnlicher Ausbildung, aber etwas nach der  $c$ -Axe verlängert, mit matten Flächen und hellerer Farbe fand sich in Hohlräumen im Lujaurit hineinragend.

Die krystallographische Untersuchung ergab:

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,5755 : 1 : 1,5780.$$

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $n\{120\}$ ,  $o\{130\}$ ,  $p\{270\}$ ,  $d\{012\}$ ,  $e\{011\}$ ,  $f\{032\}$ ,  $g\{021\}$ ,  $h\{052\}$ ,  $i\{031\}$ ,  $r\{101\}$ ,  $s\{201\}$ ,  $t\{111\}$ ,  $u\{114\}$ .

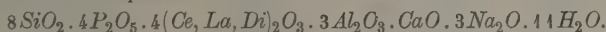
In Ausbildung und Combination herrscht reiche Abwechselung; es lassen sich verschiedene Typen unterscheiden, die aber durch alle Übergänge mit einander verbunden sind. Den einfachsten Fall stellt ein pseudohexagonales Prisma dar, gebildet von  $a$  und  $o$ , letzteres immer vertical gestreift, meist  $c$  als herrschende Endform; untergeordnet findet sich gewöhnlich noch die häutige Form  $d$ . Eine zweite Ausbildungsweise entsteht, wenn  $d$  die Basis mehr zurückdrängt und noch  $b$  und  $g$ , ebenfalls häufige Formen, hinzukommen. Nicht selten finden sich noch  $t$ ,  $r$  und  $m$ , wodurch ein weiterer Typus entsteht. Sehr mannigfaltig wird die Ausbildungsweise, wenn noch die selteneren Formen  $h$ ,  $i$ ,  $e$ ,  $f$ ,  $n$  und  $p$  hinzutreten. Sehr selten und untergeordnet finden sich noch  $s$  und  $u$ .

Die Flächen sind meist schlecht ausgebildet, sei es nun, daß sie mehr oder weniger gestreift sind, wie in der Prismen- und Brachydomenzone, oder sei es, daß sie uneben und facettiert oder vicinal ausgebildet sind.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : b = (110) : (010) = 60^0 4\frac{3}{4}'$	—	$60^0 7\frac{1}{2}'$
$n : b = (120) : (010)$	—	*40 59
$o : b = (130) : (010)$	30 $4\frac{3}{4}$	34 28
$p : b = (270) : (010)$	26 24	25 31
$d : b = (012) : (010)$	69 $14\frac{1}{2}$	69 17
$e : b = (011) : (010)$	52 $50\frac{1}{2}$	52 39
$f : b = (032) : (010)$	—	*44 20
$g : b = (021) : (010)$	33 $24\frac{3}{4}$	33 35
$h : b = (052) : (010)$	27 $49\frac{1}{4}$	27 21
$i : b = (031) : (010)$	23 $44\frac{1}{4}$	23 46
$r : c = (101) : (001)$	52 $47\frac{1}{2}$	53 7
$s : c = (201) : (001)$	69 $12\frac{1}{2}$	69 $9\frac{1}{2}$
$t : a = (111) : (100)$	43 37	43 $43\frac{1}{2}$
$t : b = (111) : (010)$	65 23	65 38
$t : c = (111) : (100)$	56 39	56 49
$u : c = (114) : (001)$	20 48	20 39

Spec. Gew. 3,493; Härte  $5\frac{1}{2}$ —6; Spaltbarkeit fehlt; Bruch uneben. Nur in dünnen Schichten schwach durchscheinend. Die Farbe wechselt an demselben Krystalle von gelblichbraun bis dunkel graulichbraun. Dementsprechend zeigen auch Dünnschliffe zwei verschiedene Partien, eine gelbgefärbte, stark doppeltbrechende mit hoher Lichtbrechung, welche in Querleisten eine farblose, schwächer lichtbrechende Substanz durchsetzt. Letztere tritt oft stark zurück und ist wahrscheinlich Hydronephelin. Die Krystalle sind vermutlich Pseudomorphosen nach einem anderen noch unbekannten Mineral.

Angesichts dieser Umstände sind die Resultate der chemischen Analyse, bei welcher Chr. Christensen fand: 45,12  $SiO_2$ , 17,78  $P_2O_5$ , 40,54  $(Ce, La, Di)_2O_3$ , 3,26  $ThO_2$ , 9,28  $Al_2O_3$ , 1,84  $CaO$ , 5,63  $Na_2O$ , 6,28 Gesamtwasser, nicht sehr zur Discussion geeignet. Aus den Zahlen berechnet dennoch Verf. die empirische Formel:



Verf. versucht eine Systematik aller ähnlich zusammengesetzten Mineralien, welche neben  $SiO_2$ ,  $TiO_2$  usw.  $Nb_2O_5$ ,  $P_2O_5$  usw. enthalten und zwar mehr nach der chemischen Seite hin. Er teilt die Auffassung, die Substanzen wären meist Verbindungen von Metatitanaten usw. mit Metaniobaten usw. und legt seiner Systematik das Sauerstoffverhältnis der beiden Säuren zugrunde, das von 12:1 (Wöhlerit) bis zu 2:5 (Pyrochlor von Brevik) schwankt. Er unterscheidet zwei Gruppen, je nachdem das Verhältnis  $\leq 4$  oder  $> 2$  ist.

In die erste Gruppe gehören: Pyrochlor, Chalkolamprit, Endeolith, Lewisit, Mauzolith. In die zweite sind zu stellen: Euxenit, Polykras, Äschynit, Polymignit, Derbyolith, Erikrit, Britholith, Ardennit (alle rhombisch); Wöhlerit, Epistololith (monoklin); Steenstrupit (rhomboëdrisch); Dysanalyt (triklin).

## 2. Neue Untersuchungen von Schizolith.

Ch. Winther (Ref. diese Zeitschr. 34, 687) hat mangels genügenden Materials den Schizolith irrtümlich als monoklin beschrieben. Verf., dem besseres



Material zur Verfügung stand, ergänzt wesentlich unsere Kenntnis dieses Minerals. Die Fundorte sind dieselben wie bei Winther; nur ist zu erwähnen, daß er auch die »würfelähnlichen Krystalle« von Naujakasik mit dem Schizolith identifiziert.

Die umfassendere krystallographische Untersuchung ergab:

Krystallsystem: Triklin.

$$a : b : c = 1,1064 : 1 : 0,9863;$$

$$\alpha = 90^{\circ} 11', \quad \beta = 94^{\circ} 45\frac{3}{4}', \quad \gamma = 103^{\circ} 7\frac{1}{4}'.$$

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $o\{530\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $p\{230\}$ ,  $M\{1\bar{1}0\}$ ,  $l\{1\bar{2}0\}$ ,  $r\{102\}$ ,  $n\{101\}$ ,  $s\{201\}$ ,  $e\{111\}$ ,  $g\{1\bar{1}1\}$ ,  $f\{1\bar{1}\bar{1}\}$ . Winther erwähnt außer  $a$ ,  $c$ ,  $n$ ,  $s$  noch  $h\{610\}$ ; ihre Indices müßten jedoch jetzt entweder  $\{6\bar{1}0\}$  oder  $\{510\}$  nach dem angegebenen Winkel werden, je nach ihrer Lage. Combination und Ausbildung der Krystalle sind sehr mannigfaltig. An den Krystallen von Tutop Agdlerkofia und Kangerdluarsuk, deren Ausbildung schon Winther beschrieb, fand Verf. die Formen  $a$ ,  $c$ ,  $r$ ,  $n$ ,  $b$ ,  $M$ ,  $o$ ,  $m$ . An kleineren Krystallen vom letzteren Fundorte, nach allen Seiten gleichmäßig ausgebildet oder tafelig nach  $b$ , fanden sich manchmal nur die drei Pinakoide  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , meist jedoch noch mit  $n$ ,  $r$  und  $g$ . Ähnliche Krystalle von Naujakasik zeigten noch  $c$ . Die Krystalle von diesem Fundorte zeigten überhaupt die reichste Abwechslung. Es kann  $a$ ,  $b$  oder  $c$  vorherrschen, bei sonst ungefähr gleichmäßiger Ausbildung nach allen Seiten und sehr mannigfaltiger Combination. Prismatische Krystalle, nach der  $c$ -Axe verlängert, entstehen, wenn  $a$  und  $b$  oder  $a$ ,  $b$  und  $m$  ungefähr in gleicher Flächenentwicklung auftreten. Bei Kangerdluarsuk finden sich oft Zwillinge nach dem Periklingesetze, meist mit den Formen  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $n$ .

Die Flächen sind meistens matt. Krystalle mit glänzenden Flächen fanden sich bei Naujakasik.

	Berechnet:	Beobachtet:
$b : c = (010) : (001) =$	—	*88° 42'
$a : c = (100) : (001)$	—	*85 4
$a : b = (100) : (010)$	—	*76 49
$o : a = (530) : (100)$	29° 15½'	29 8
$m : a = (110) : (100)$	40 37	41 8
$p : a = (230) : (100)$	49 27	49 43
$M : a = (1\bar{1}0) : (100)$	55 6¼	55 4
$l : a = (1\bar{2}0) : (100)$	76 57½	76 57
$r : a = (102) : (100)$	69 31½	69 58
$n : a = (101) : (100)$	—	*50 42
$s : a = (201) : (100)$	29 42½	29 51
$n : b = (101) : (010)$	84 44½	84 38
$c : b = (111) : (010)$	57 18½	56 16
$g : b = (1\bar{1}1) : (010)$	—	*47 4
$f : b = (1\bar{1}\bar{1}) : (010)$	46 53¾	46 6

Betreffs der physikalischen Eigenschaften finden sich folgende neue Angaben:

Spec. Gew. 3,133, 3,101, 2,993, 2,974 für verschiedene Vorkommen. Die Farbe ist verschieden, von rosenrot bis dunkelbraun. Die Krystalle von Naujakasik zeigen schwachen Pleochroismus ( $b$  ist etwas stärker gelb); durchscheinend bis undurchsichtig. Ebene der optischen Axen  $\perp$  (010;  $a$  liegt in

der Ebene  $ac$  und bildet mit  $c$  einen Winkel von  $14^0$  im stumpfen Winkel  $\beta$ .  $c$  ist parallel der  $b$ -Axe; optisch positiv.  $2E_a = 82^0 40'$ ,  $2H_o = 156^0$ ,  $2V = 48^0 3'$ ;  $\beta = 1,622$ . Stärke der Doppelbrechung auf  $\{100\}$   $0,0342$ , auf  $\{001\}$   $0,0275$  ( $Na$ -Licht).

Eine neue Analyse von Chr. Christensen an Krystallen von Kangerdluarsuk ergab:  $54,06 SiO_2$ ,  $0,62 TiO_2$ ,  $0,94 Ce_2O_3$ ,  $1,03 Y_2O_3$ ,  $2,74 FeO$ ,  $9,84 MnO$ ,  $22,89 CaO$ ,  $9,27 Na_2O$ ,  $0,55 H_2O$ , woraus sich die Formel berechnet:  $3SiO_2 \cdot 2\overset{H}{R}O \cdot (Na, H)_2O$ .

In systematischer Hinsicht ist der Schizolith in eine Reihe mit dem Pektolith zu setzen; letzterer ist  $Mn$ -frei und monoklin, ersterer ist das entsprechende  $Mn$ -haltige triklone Glied.

Ref.: B. Goßner.

**57. W. C. Brögger** (in Christiania): Über die chemische Zusammensetzung des Xenotim (Nyt Magazin f. Naturvidensk. 42, 1, Kristiania 1904).

In ihrer Abhandlung: »Hussakit, ein neues Mineral, und dessen Beziehungen zum Xenotim« (diese Zeitschr. 1901, 34, 268) hatten Kraus und Reitinger die Vermutung ausgesprochen, daß das, was man Xenotim nennt, nichts anderes wäre, als ein Hussakit, aus welchem durch Einfluß der natürlichen Wässer die Schwefelsäure ausgelaugt wäre; der sogenannte Xenotim wäre somit nur eine Pseudomorphose nach dem Hussakit (dessen Zusammensetzung sich durch die Formel  $3R_2O_3 \cdot 3P_2O_5 \cdot SO_3$  ausdrücken läßt).

Verf. hat nun durch O. Heidenreich ein vollständig frisches Bruchstück eines Xenotimkrystalles von Arö in Norwegen analysieren lassen mit dem Resultate, daß keine Spur von Schwefelsäure darin nachgewiesen werden konnte. Der Xenotim von Arö besteht demnach aus  $YPO_4$  ohne Beimengung eines Sulfates und ist nicht als eine Pseudomorphose nach Hussakit aufzufassen.

Betreffs der Beziehungen zwischen Xenotim und Hussakit spricht Verf. die Meinung aus, daß der Hussakit am einfachsten als ein Xenotim, in welchem dem Orthophosphat ein Sulfat in untergeordneter Menge beigemischt ist, aufzufassen sei, und daß zwischen dem wahren Xenotim (ohne Beimischung des Sulfatmoleküls) und dem sulfathaltigen Hussakit eine vollständige Übergangsreihe vorkommen dürfte.

Ref.: H. Bäckström.

**58. J. C. Moberg** (in Lund): Das Kaolinvorkommen von Ifö (Geol. Fören. Förh. 1903, S. 259—281).

Eine praktisch-geologische Beschreibung des seit einigen Jahren in ziemlich großem Maßstabe ausgebeuteten Kaolinvorkommens der Insel Ifö im nordöstlichen Schonen. Der Kaolin ist in situ durch Verwitterung eines archaischen Gneißgranites entstanden und wurde durch die überlagernde Kreideformation vor der Erosion geschützt.

Ref.: H. Bäckström.

**59. A. Bygdén** (in Upsala): Analysen einiger Mineralien von Gellivare Malmberg (Bulletin Geol. Inst. Univ. Upsala 1903, 6, 92).

In einer der Gellivare-Gruben, Selet, ist das Eisenerz von einer eigentümlichen Breccie begleitet, die mit den mittelschwedischen Skarnbildungen verglichen worden ist. In dieser finden sich auf Hohlräumen Desmin und Chabasit, die vom Verf. analysiert wurden.

Desmin (spec. Gew. 2,14):  $SiO_2$  58,22,  $Al_2O_3$  14,68,  $Fe_2O_3$  0,22,  $MgO$  0,11,  $CaO$  7,66,  $Na_2O$  0,51,  $K_2O$  0,44,  $H_2O$  18,22; Summe 100,06. Die Zusammensetzung entspricht ungefähr  $2RO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 13SiO_2 + 14H_2O$ .

Chabasit. Zwei etwas verschiedene Proben wurden untersucht:

$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$MgO$	$CaO$	$SrO$	$Na_2O$	$K_2O$	$H_2O$	Summe:
47,39	18,66	0,20	0,29	8,34	0,96	0,44	2,17	21,85	100,30
49,87	17,21	0,49	0,46	7,74	0,61	0,30	2,27	21,15	100,10

Das Molekularverhältnis des ersten entspricht etwa  $RO \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 + 6H_2O$ , des zweiten (spec. Gew. 2,09):  $2RO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 9SiO_2 + 13H_2O$ .

In derselben Breccie findet sich ein fleisch- oder ziegelrotes, feldspatartiges Mineral, teils als derbe Massen, teils als bis decimeterlange, tetragonale, der Länge nach geriefelte Stengel, die Verf. als Pseudomorphosen nach Skapolith deutet. Die chemische Zusammensetzung entspricht einer Mischung von Albit und Orthoklas. Im Dünnschliffe zeigen die pseudomorphen Krystalle eine stark rot pigmentierte Feldspatmasse in sehr wechselnden Orientierungen.

Analysen einer Spaltenausfüllung von der Oscarsgrube. Die in ihrer Consistenz am nächsten mit Seife vergleichbare Substanz scheint mit Selandonit am besten übereinzustimmen.

Ref.: H. Bäckström.

**60. Alb. Vesterberg** (in Ultuna, Upsala, Schweden): **Chemische Studien über Dolomit und Magnesit. III. Einwirkung von kohlensäuregesättigtem Wasser auf magnesiareiche Kalkalgen** (Bulletin Geol. Inst. Univ. Upsala 1903, 6, 254—256, erschienen Upsala 1905).

Im Anschluß an seine früheren Untersuchungen über »Einwirkung von kalter verdünnter Essigsäure auf Magnesit, Dolomit, Dolomitmergel, dolomitische Kalksteine und magnesiareiche Kalkalgen« (diese Zeitschr. 27, 288) hat Verf. die früher untersuchten Algen des Geschlechts Lithothamnion, in denen mit Essigsäure kein Dolomit, sondern nur leichtlösliches Magnesiumcarbonat nachgewiesen werden konnte, zum Vergleiche mit kohlensäurehaltigem Wasser behandelt, um zu erfahren, ob das Magnesiumcarbonat dieser Kalkalgen ebenso schnelllöslich wäre, wie deren Calciumcarbonat. Es wurde gefunden, daß das Magnesiumcarbonat sogar schneller als das Calciumcarbonat sich löste.

Ref.: H. Bäckström.

**61. G. Murgoci** (in Bukarest): **Mineralien aus der Dobrudscha** (Publicat. Societ. Naturalist. din Romania. Bukarest 1904, Nr. 2, 1—7).

Verf. beschreibt in Kürze folgende Mineralien aus der N.-Dobrudscha: Fluorit, Pyrit, Pyrrhotin, Mispickel, Galenit aus dem Riebeckit-Granit von Jacov-deal und Pietra roşie, Chalkopyrit (mit Hämatit, Malachit, Cuprit und Limonit) in Quarzporphyr von Iglicioara mare und dem Consul-Gebirge, Quarz, Zirkon, Eisenglanz, Rot- und Brauneisenerz, Pyrolusit, Psilomelan, Calcit (krystalliner Kalk, Kalktuff, Marmor), Malachit, Azurit, Baryt, Grossular, Diallag, Hornblende, Riebeckit (letzterer mit Ägirin, Zirkon, Magnetit in Granit), Epidot, Muscovit, Schörl, Kaolin, Mikroklin (rötliche Krystalle, 7—8 cm groß, ganz in Quarz eingeschlossen als wesentlicher Gemengteil in Pegmatit von Vişălarul und Pietra roşie). Eine Analyse des Mikroklin (Fundortsangabe »de la Sărărie la N. de Măcin facută«) ergab in  $\frac{0}{10}$ :

64,36  $\text{SiO}_2$ , 20,68  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Spuren  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und  $\text{FeO}$ , 0,64  $\text{CaO}$ , 0,08  $\text{MgO}$ , 42,85  $\text{K}_2\text{O}$ , 1,60  $\text{Na}_2\text{O}$ ; Summe 100,21 (Glühverlust ca. 0,20).

Ref.: E. Düll.

**62. B. Popoff** (in St. Petersburg): **Über Rapakiwi aus Südrußland.** Mit 4 Tafeln (Trav. d. l. Soc. Impér. d. Naturalistes d. St. Pétersb. Sect. d. Géol. et de Minéral. 1903, **31.** Deutsches Résumé S. 175—266).

Rapakiwi-Granit findet sich in Malin (Gouv. Kiew) und Stepanowka (Gouv. Volhynien); die dem typischen finnländischen Vorkommen, besonders dem von Wyborg, ähnlichsten Proben aus Korsunī (Gouv. Kiew) enthalten in der Grundmasse (größtenteils makroskopische Körner von blaßgelbem bis hellgrauem Mikroclin, Rauchquarz, polysynthetisch verzwilligten grünlichgrauen bis smaragdgrünen Oligoklas, schwarze Hornblende und dunkelbrauner bis schwarzer Biotit, eine Überfülle von Einsprenglingen (meist ellipsoidische Mikroclinkörner, gewöhnlich von gleichmäßigen Hüllen eines dem Grundmasse-Plagioklas äußerlich ähnlichen und damit verbundenen Oligoklas umgeben, dessen Acidität centripetal abnimmt).

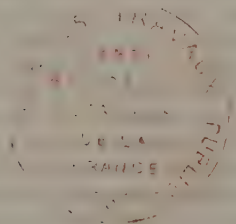
Der Mikroclin, das am meisten xenomorphe Mineral des typischen Korsunī-Rapakiwi, selten dem Quarz gegenüber automorph, als Einsprengling von gleicher Mikrostructur wie in der Grundmasse, ist außer nach zwei Pinakoiden nach einem nicht näher bestimmbar Hemiprisma recht deutlich spaltbar ( $\angle$  der Tracen auf (001) mit denen von (010) = ca.  $60^\circ$ ), vielleicht auch nach einem gegenüberliegenden Hemiprisma. Er ist nach einem Makrodoma ausgiebig von Albit durchwachsen und hat in bandperthitischen Gebilden mit diesem (010) und die Kante (010):(001) gemeinsam. Dies spricht eher für Des Cloizeaux als für Gerhards Ansicht über perthitische Verwachsungen. Äußere Ähnlichkeit der bandperthitischen Albiteinlagerungen mit Spaltenausfüllungen und eine Abhängigkeit der Lage und Richtung der Albitbänder von größeren Einschlüssen (Quarz, Plagioklas usw.) scheint J. Lehmanns Annahme zu bestätigen, jene Bänder seien durch Ausfüllung protoklastischer (Contractions-) Spalten mit Albit entstanden. Verf. nimmt zur Erklärung auf Capillarspalten circulierende Lösungen in Anspruch und glaubt, daß mikroperthitischer Albit das Material zu den Albitbändern geliefert hat. Diese sind stellenweise von Mikroklingittern in eigentümlicher Weise gleichmäßig umrandet. Unmittelbar am Rande von Albitstreifen, deren Richtung von der Kante (100):(001) wenig abweicht, herrschen nämlich Periklinzwillinge vor, etwas weiter weg nehmen Albitzwillinge überhand; an der Grenze von Albitstreifen, deren Winkel mit jener Kante nahezu  $45^\circ$  ist, sind Zwillinge nach beiden Gesetzen in gleichem Maße ausgebildet. Ursprünglich scheinen Zwillinge in gleicher Weise nach beiden Gesetzen sich zu bilden und hauptsächlich || der der betreffenden Zwillingsart eigenen Verwachsungsebene energischer weiter zu wachsen, als ihre Neubildung sich vollzieht. Bisweilen bedingen die perthitischen Albitbänder direct die Structur des angrenzenden Mikroklins. Verf. hält dieses causale Verhältnis für ein Charakteristikum sehr vieler Mikroklins. Er glaubt, daß solcher Kalifeldspat ursprünglich echter Orthoklas und somit optisch homogen gewesen sei. Er sieht den Grund der unter Einwirkung der Albitbänder stattgehabten Veränderung in der Vergrößerung der Dimensionen der Zwillingseindividen, in einer Gleichgewichtsstörung bezüglich der Ausbildung beider zu einander in Zwillingsstellung befindlichen Lamellensysteme, schließlich in der ungleichmäßigen Verteilung der zweierlei Zwillingsebildungen. Demnach war die Orthoklasumbildung unter dem Einflusse der Albitbänder nur eine

Umordnung seiner durch Lösungsmittel beweglich gewordenen und dann unter dem orientierenden Einflusse der Albitzwillinge neu gruppierten Moleküle. Die Mikroperthitlinsen und -täfelchen im Kalifeldspat des typischen Korsun-Rapakiwi müssen früher viel regelmäßiger als gegenwärtig verteilt gewesen sein; einzelne ausnehmend große Linsen sind wohl nachträglich auf Kosten circulirender Lösungen oder ähnlicher benachbarter Linsen oder Täfelchen gebildet worden.

Die ellipsoidischen Einsprenglinge hält Verf. für primär (unmittelbar aus der magmatischen Lösung entstanden); ihre gelegentliche Krystallbegrenzung,  $\{110\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{001\}$  und wahrscheinlich  $\{201\}$ , ihre Abrundung, die Oligoklashülle, concentrische Einschlußzonen und die inneren Oligoklaszonen sind demnach von primärem Charakter. Einsprenglinge von verschiedenstem Typus (krystallonomisch begrenzte, ellipsoidische mit und ohne Oligoklashülle, ohne oder mit 1, 2, 3 und mehr concentrischen Einschlußzonen oder inneren Oligoklaszonen) können im gleichen Handstücke neben einander vorkommen.

Der Kalifeldspat in einem etwas abweichend beschaffenen Rapakiwi von Korsun unterscheidet sich von dem beschriebenen Mikroklin-Mikroperthit wesentlich nur durch noch größere Feinheit des Mikroklingitters. — An die Beschreibung einiger weiterer südrussischer Rapakiwi-Granitproben, die in vielen wesentlichen Punkten mit dem typischen Korsunvorkommen übereinstimmen, knüpft Verf. eine Betrachtung über das Auftreten pegmatitartiger Verwachsungen in den peripherischen Teilen krystallisierter Mineralien. Solche Verwachsungen sind zu erwarten, wenn ein krystallisierendes Mineral *a* die Ausscheidung irgend einer Mineralsubstanz *b* aus dem Grunde hervorruft, weil es in der gegebenen magmatischen Lösung Lösungsmittel der Elementgruppen ist, welche sich zur Bildung dieses Minerals verbunden haben. Dies tritt in den peripherischen Teilen ein, wenn der Gehalt an *b*-Substanz in dem Magma im Augenblicke der Krystallisation den maximalen Sättigungsgrad bei weitem nicht erreicht; andernfalls ist ein Auftreten der pegmatitartigen Structur im Centrum der krystallisierenden Mineralien zu erwarten. Das Product der Mikroklinisation — durchaus verschieden von Verwitterungsvorgängen — des Orthoklases in einem recht eigenartigen Rapakiwi von Stepanovka nennt Verf. Mikroklinorthoklas; er schlägt diese Benennung für ähnliche Gebilde allgemein vor.

Ref.: E. Düll.







## XXI. Über Purpurit, ein neues Mineral.

Von

L. C. Graton und W. T. Schaller in Washington.

### Einleitung.

Im centralen Gebiete der Carolinastaaten findet sich ein Gürtel metamorphischer Gesteine, durchsetzt von schmalen Pegmatitgängen, von denen viele lithiumhaltige Mineralien führen. Es ist kaum zu zweifeln, daß die Pegmatitgänge das letzte Product eines ähnlichen Magmas darstellen, das als Granit erstarrt ist und fast ununterbrochen der ganzen Ausdehnung dieses Gürtels entlang erscheint.

Zuerst wurde die Aufmerksamkeit auf diese Pegmatite gelenkt, als in ihnen Zinnerz entdeckt wurde. Im Herbst 1904 untersuchte der Eine von uns diese Zinnerzlager im Auftrage der Geological Survey der Ver. Staaten. Im Verlaufe dieser Untersuchung lenkte Herr J. L. Daniels, Leiter der Faires-Zinnerzmine am Kings Mountain, Bez. Gaston, Nordcarolina, die Aufmerksamkeit auf ein purpurfarbiges Material, welches in der Tiefe von nur wenigen Fuß beim Abteufen dieser Mine angetroffen wurde. Herr Daniels überließ uns in dankenswerter Weise eine große Menge des gefundenen Materials. Bei einer vorläufigen Prüfung konnte das Material mit einem bekannten Mineral nicht identifiziert werden, obgleich es nach seinen Eigenschaften eine bestimmte krystallinische Verbindung zu sein schien. Die chemische Analyse zeigt, daß ein neues Mineral, ein wasserhaltiges Mangani-Ferriphosphat vorliegt, das einzige bekannte Manganiphosphat.

Am auffallendsten an diesem Mineral ist seine purpur- oder dunkelrote Farbe; aus diesem Grunde erhielt es den Namen Purpurit (lat. purpura, purpurn oder dunkelrot).

Nach seiner Auffindung in Nordcarolina wurde das Mineral noch an einigen aus dem Bez. San Diego, Californien, stammenden Handstücken beobachtet. Die Stücke hatte der Eine von uns gesammelt; der Güte des Herrn F. M. Sickler aus Pala verdanken wir noch einige weitere Hand-

stücke von diesem Fundorte. Sie stammen von einem der lithiumhaltigen Pegmatitgänge am Hiriart Hill, Pala, Bez. San Diego. Das Mineral kommt in Gesellschaft mit Triphylin vor und besitzt dieselbe purpurrote Farbe wie die Handstücke von Nordcarolina. Unter dem Mikroskop ist das Mineral von beiden Fundorten nach Aussehen und Farbe identisch. Das Material aus Californien ist jedoch nicht ausreichend für die chemische Untersuchung.

#### Vorkommen und physikalische Eigenschaften; von L. C. Graton.

Das Mineral findet sich in kleinen unregelmäßigen Massen in den zinnerzführenden Pegmatitgängen und dem anstoßenden Schiefer in der Faires-Mine. Meist sind es kleine Linsen oder Adern; es scheint sich aus Lösungen in Hohlräumen gebildet zu haben. Gelegentlich findet sich das Mineral inmitten im Pegmatit, als ob es ursprünglicher Entstehung wäre.

Die Frage nach der Herkunft des Purpurit ist von Interesse. Pegmatitgänge gelten als nahe verwandt mit den Zinnerzgängen und führen Monazit, das Phosphat einer seltenen Erde. Zu den primären Mineralien der zinnerzführenden Pegmatite gehören Zinnerz, Turmalin, Apatit, Spodumen, Lepidolith und ein gelblichbraunes, lithiumhaltiges Phosphat, ohne Zweifel Lithiophililit. Die beiden letzteren Mineralien sind nur in geringen Mengen gefunden worden. Teilweise zersetzte Handstücke dieses Pegmatit zeigen häufig viel Mangandioxyd als dünnen warzigen Überzug auf den andern Mineralien. Ilmenit findet sich oft als Einschluß in Zinnerzkrystallen. Demnach wären die Elemente *Mn* und *Fe* (als Monoxyde), *Li* und *P* (als Phosphat) primäre Bestandteile des Pegmatitmagmas.

Das Mineral, das vermutlich Lithiophililit ist, ist immer von einer Kruste eines dunkeln, secundären Materials umgeben. Einmal fand sich Purpurit als schmale Zone zwischen Lithiophililit und dem schwarzen Mineral. Dieses vereinzelte Vorkommen erklärt wohl die Bildung des Purpurit. Ein Lithium-Mangano-Ferrophosphat, wahrscheinlich Lithiophililit, wurde von oxydierenden Lösungen angegriffen. Das Lithium ging fast ganz in Lösung; von den zurückbleibenden Elementen wurden *Fe* und *Mn* zu Sesquioxyden oxydiert und schieden sich mit Phosphorsäure und Wasser krystallinisch als Purpurit aus. Die Spuren *Li*, welche dieses Mineral enthält, stammen noch vom Lithiophililit her. Manchmal trat das Unkrystallisieren ohne Transport des Materials ein unter Bildung von Pseudomorphosen; aber im allgemeinen gelangten die Bestandteile gelöst in Hohlräume und wurden dort abgelagert.

Purpurit ist wahrscheinlich rhombisch; aber Stücke mit Krystallumrissen wurden nicht gefunden. Eine ziemlich vollkommene Spaltbarkeit geht wahrscheinlich nach einem Pinakoid; aber die Spaltungsflächen sind oft gekrümmt, als ob die Orientierung benachbarter Körner nicht genau dieselbe wäre. Eine zweite Spaltbarkeit, anscheinend senkrecht dazu, ist weit weniger deutlich.

Das Mineral hat unebenen Bruch und ist ziemlich spröde. Es läßt sich ohne Schwierigkeit mit dem Messer ritzen und ritzt andererseits eben Fluorit, hat also Härte 4—4,5. Schaller bestimmte annähernd das spec. Gewicht zu 3,45. Die Farbe ist stark tiefrot oder rötlichpurpurn, bisweilen mit schwach bronzefarbenem Irisieren und nicht außergewöhnlich dunkler auf den Spaltungsflächen. Pulver und Strich zeigen eine entschieden purpur- oder tiefrote Farbe. Das Mineral besitzt einen eigentümlichen altlasartigen Glanz oder Schein, deutlicher hervortretend auf den Bruchflächen als auf den Spaltungsebenen.

Obgleich durchsichtig in sehr dünnen Stücken, lassen gewöhnliche Dünnschliffe nur sehr wenig Licht durchtreten. Die Farbe im durchfallenden Lichte ist sehr schön. Pleochroismus ist zu beobachten. Parallel der Spaltbarkeit ist die Farbe tief scharlachrot, nach rosenrot neigend, während senkrecht zur Spaltbarkeit das Licht stärker absorbiert wird und die Farbe schön purpurn ist. Es ist zu bemerken, daß diese Absorption ähnlich der des Turmalin und einiger anderer Mineralien ist, wo die größte Absorption senkrecht zur Richtung der Spaltbarkeit oder Verlängerung ist. Die Auslöschung ist gewöhnlich parallel; eine Neigung bis zu  $3^0$ — $4^0$ , welche einige Male beobachtet wurde, rührt wahrscheinlich von der Orientierung der untersuchten Dünnschliffe her. Vielleicht ist jedoch das Mineral monoklin mit sehr geringer Neigung der Auslöschung. Durchsichtige Dünnschliffe von hinreichender Größe zur Beobachtung der Interferenzfigur waren nicht zu erhalten. Schnitte, welche beide einander schneidende Spaltungsebenen zeigten, wurden nicht beobachtet; in allen untersuchten Schnitten sind die Spuren der Spaltbarkeit parallel der Richtung der größeren Elasticität; wenn also das Mineral zweiaxig ist, so ist die Schnittrichtung der Spaltbarkeiten parallel  $\alpha$ . Dies ist auch die Richtung der kleinsten Absorption. Der Brechungsindex ist etwas größer als beim Canadabalsam und wahrscheinlich 1,60—1,65. Die Differenz zwischen den Indices oder die Doppelbrechung ist hoch, und obgleich sie nicht ganz genau zu messen war, ist sie doch vermutlich nicht viel kleiner als 0,6. Infolge dieser hohen Doppelbrechung scheinen sehr dünne Schliffe zwischen gekreuzten Nicols ebensoviel und ebenso helles Licht durchzulassen wie ohne Polarisation. Die roten Interferenzfarben sind sehr auffallend.

Das purpurfarbene Mineral ist immer von einer mehr oder weniger dicken Schicht eines schwarzen oder bräunlichschwarzen Materials von Pechglanz und unebenem oder versteckt muscheligem Bruch bedeckt oder umgeben. Dieses Material ist löslich in Salzsäure und enthält nach Schaller Eisen, Mangan, Phosphorsäure und Wasser. Unter der Lupe sieht man, wie die schwarze Substanz in den Purpurit eindringt, indem sie parallel den Spaltungsebenen weiter wächst und schrittweise das purpurfarbene Mineral ersetzt. Es ist ohne Zweifel ein Zersetzungsproduct des Purpurit

und sicher identisch mit dem Körper, der den vermutlichen Lithiophililit umgibt. Nach dem mikroskopischen Befund scheint ein bestimmtes Mineral vorzuliegen; es zeigt eine unvollkommene Spaltbarkeit und eine bräunlich-gelbe Farbe im durchfallenden Lichte. Die Auslöschung ist nahezu oder ganz parallel zur Spaltbarkeit; die Spur der Spaltbarkeit ist die Richtung des kleinsten Brechungsindex in den untersuchten Dünnschliffen. Pleochroismus ist deutlich; wie beim Purpurit ist die Absorption am größten quer zur Spaltbarkeit. Der Brechungsindex ist größer als der des Canadabalsams; die Doppelbrechung ist wahrscheinlich ziemlich stark. Wir hoffen, daß sich bald hinreichend Material für eine Analyse findet.

Das Vorkommen von Purpurit in Material, das Schaller in Californien sammelte, wirft weiter Licht auf die Entstehung und Vergesellschaftung dieses Minerals. Er tritt dort auf in Verbindung mit einem schwarzen Mineral, das mit dem oben beschriebenen identisch zu sein scheint; beide sind ohne Zweifel Zersetzungsproducte des begleitenden Triphyllins, des eisenreichen Gliedes in der Reihe der Lithium-Mangan-Ferrophosphate; Lithiophililit ist das manganreiche Endglied.

Daß Mineralien mit einem Gehalt an Manganoxyd,  $Mn_2O_3$ , so wenig zahlreich und so selten sind, hat seinen Grund wohl in der verhältnismäßig geringen Beständigkeit dieser Base gegenüber dem Mangandioxyd.

#### Chemische Zusammensetzung; von W. T. Schaller.

Ungefähr ein Gramm reinen Materials wurde von Herrn Graton gewonnen. Dies wurde in mehrere Teile geteilt, indem für jede Bestimmung ca. 0,2 g verwendet wurden. Am interessantesten war zu ermitteln, welche Oxydationsstufe des Mangans vorliege. Bei der Einwirkung von Salzsäure wird leicht Chlor entwickelt. Das Mangan kann also nicht in der Manganform vorliegen; aus dem Umstande, daß das Eisen nicht in der Ferro-, sondern in der Ferriform enthalten war, ließ sich folgern, daß ein Manganisalz vorliege, was sich auch bestätigte.

0,2 g wurden in Schwefelsäure mit einer bekannten Menge Ferroammoniumsulfat gelöst. Die Luft wurde sorgfältigst ausgeschlossen, indem die ganze Operation in einer Kohlensäureatmosphäre vor sich ging. Das verwendete Wasser wurde zuerst gekocht und bei Luftabschluß abgekühlt. Eben bevor das Eisensulfat in die Flasche mit dem Mineral eingeführt wurde, wurde dieselbe Menge von der Hauptlösung genommen und mit Permanganat titriert. So war der Betrag an Ferroeisen, der mit dem Mineral in die Flasche gebracht wurde, bekannt. Als das Mineral durch die Schwefelsäure zersetzt war, wurde die Flasche abgekühlt und die Lösung titriert; so wurde die Menge Eisensulfat ermittelt, welche durch den freigewordenen Sauerstoff oxydiert wurde. Aus den erhaltenen Zahlen wurde der Gehalt an  $Mn_2O_3$  zu 30,47 % berechnet.



Eine zweite Probe wurde in Salzsäure gelöst; das entweichende Chlor wurde in eine JK-Lösung geleitet. Das freigewordene Jod wurde dann mit Thiosulfat titriert, das mit reinem Kupfer eingestellt war. Hierbei wurden 27,93 %  $Mn_2O_3$  gefunden. Obgleich die Resultate etwas von einander abweichen, so ist die Übereinstimmung doch in Anbetracht der geringen verwendeten Substanzmenge (0,2 g) und der vielen Operationen so genau als man erwarten kann. Im Mittel ergaben sich 29,20 %.

Eine directe Bestimmung des Mangans, wobei es als wasserfreies Sulfat gewogen wurde, ergab 29,35 %  $Mn_2O_3$ , was sehr genau mit dem Mittel der beiden indirecten Bestimmungen übereinstimmt.

Die übrigen Bestandteile wurden in folgender Weise ermittelt: Ein Teil des Minerals wurde in Salzsäure gelöst und eine bekannte Menge Eisenchlorid hinzugesetzt. Es wurde fünfzehn Minuten gekocht zwecks Abscheidung des basischen Acetats, wobei nach Bunsen die gesamte Phosphorsäure mit dem Eisen ausfällt, während alles Mangan gelöst bleibt. Der Niederschlag wurde in Salzsäure gelöst und nach Zusatz von etwas Ammoniumchlorid wieder mit Ammoniak gefällt. Die beiden Filtrate wurden vereinigt, das Mangan mit Schwefelwasserstoff gefällt und schließlich als wasserfreies Mangansulfat gewogen. Dann wurde das Calcium gefällt, gelöst und wieder gefällt; Magnesium war nicht anwesend. Der Eisenphosphatniederschlag wurde in Salzsäure gelöst und die Lösung in zwei Teile geteilt. In einem Teile wurde Eisen und Phosphorsäure mit Ammoniak gefällt und gewogen. Der Niederschlag wurde dann mit Natriumbisulfat geschmolzen; eine Prüfung auf Mangan mit Silbernitrat und Ammoniumpersulfat ergab dessen Abwesenheit. Im zweiten Teile wurde das Eisen mit Schwefelwasserstoff reduziert und mit Permanganat titriert. Die Phosphorsäure wurde in der gewöhnlichen Weise bestimmt; ein zweiter Wert ergab sich aus der Differenz zwischen Eisen und Eisen + Phosphorsäure. Die Alkalien wurden nach der Methode von Lawrence Smith bestimmt. Die schließlich erhaltene Lösung der Chloride gab spectroscopisch eine starke Reaction auf Lithium. Der Wasserverlust unter  $405^{\circ}$  wurde direct in einem Toluolbade bestimmt. Der gesamte Wassergehalt wurde direct ermittelt nach Penfield durch Erhitzen in einer Glasröhre. Das gesamte Wasser geht bei niedriger Temperatur, indem die Wasserabgabe bei  $405^{\circ}$  sehr leicht von statten geht, auf einmal weg. Weiteres Erhitzen auf  $405^{\circ}$  hatte keinen Verlust mehr zur Folge. Die erhaltenen Zahlen sind auf S. 438 oben angegeben.

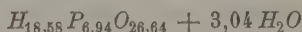
Bei  $405^{\circ}$  gingen 3,31 %  $H_2O$  weg. Da alles Wasser so leicht abgegeben wird, so ist es sehr wahrscheinlich als Krystallwasser vorhanden.

Zieht man in Betracht, daß Calcium und Natrium etwas Phosphorsäure beanspruchen, so ist das Verhältnis  $H_2''O_3 : P_2O_5 : H_2O$  annähernd 3 : 3 : 3. Vereinigt man die Verhältniszahl für Calcium und Natrium mit der von

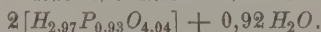


		Mittel:	Verhältnis:
$Fe_2O_3$	45,89	45,89	1,03
$Mn_2O_3$	29,35; 30,47; 27,93	29,25	1,93
$P_2O_5$	47,64; 46,96	47,30	3,47
$H_2O$	5,26	5,26	3,04
$CaO$	1,48	1,48	0,27
$Na_2O$	0,84	0,84	0,44
$Li_2O$	Spuren	Spuren	
Unlöslich	0,52	0,50	
		100,54	

Eisen und Mangan und reduciert auf das Wasserstoffäquivalent, so entsteht das Verhältnis:

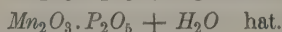


oder



Es liegt also die Säure  $H_3PO_4$  vor. Die Formel für das Mineral wird also  $R_2''' O_3 \cdot P_2 O_5 + H_2 O$ .

Es ist noch nicht ermittelt, in welcher Weise Calcium und Natrium anwesend sind. Sie müssen vermutlich eine schwache Verunreinigung darstellen. Wenn Mangani- und Ferrioxyd ebenso isomorph sind wie Mangano- und Ferrooxyd, so ist das Verhältnis  $Mn_2O_3 : Fe_2O_3$  nahezu gleich 2 : 1 ohne weitere Bedeutung; man darf dann die Formel nicht schreiben  $Fe_2O_3 \cdot 2Mn_2O_3 \cdot 3P_2O_5 + 3H_2O$ , sondern  $(Mn''', Fe''')_2 O_3 \cdot P_2 O_5 + H_2 O$ . Das Mineral Purpurit liegt also nahe dem manganreichen Ende einer isomorphen Reihe, welche als Endglieder:



Es existieren nur wenige wasserhaltige Phosphate aus der normalen Reihe mit einer dreiwertigen Base, wie Skorodit und Strengit. Alle diese enthalten mehr Wasser als das eben beschriebene Mineral.

Während Manganiphosphate in der Literatur nicht erwähnt sind, existiert eine Anzahl Manganiarsenate, von denen jedoch keines zum Purpurit in Beziehung gebracht werden kann. Synadelphit, Flinit, Arseniolepit und vielleicht Hämatolith enthalten  $Mn_2O_3$  neben  $Al_2O_3$  oder  $Fe_2O_3$ , während Durangit und Arseniosiderit nur wenig  $Mn_2O_3$  enthalten.

Das Mineral schmilzt leicht und gibt im geschlossenen Rohre rasch Wasser ab, wobei die Farbe gelblichbraun wird. Mit Salzsäure gibt es leicht eine klare Lösung, während mit Salpetersäure ein schwarzes Oxyd des Mangans sich abscheidet. Mit Thoulet'scher Lösung wurde das spec. Gew. des gepulverten Minerals zu 3,15 bestimmt.

## XXII. Über den Zinnober von Alsósajó und die Lichtbrechung des Zinnobers von Almaden<sup>1)</sup>.

von

Karl Zimányi in Budapest.

(Hierzu Taf. IV und V und 1 Textfigur.)

In Ungarn kommt bekanntlich der schönste krystallisierte Zinnober zu Alsósajó (Comitat Gömör) vor, derselbe war jedoch noch nicht Gegenstand ausführlicher krystallographischer Untersuchung.

In den Werken<sup>2)</sup> über den Bergbau Rozsnyós und dessen Umgebung ist speciell Alsósajó nicht erwähnt; die ersten kurzen Aufzeichnungen über den Bergbau finden wir bei Brückmann<sup>3)</sup>, jedoch nichts über die geologischen Verhältnisse. Das Vorkommen beschrieb v. Fichtel<sup>4)</sup> und wenige Jahre nachher schon ausführlicher Esmark<sup>5)</sup>; es scheint, daß die späteren Autoren<sup>6)</sup> von Fichtel und Esmark ihre Daten entnahmen. Beudant<sup>7)</sup>

---

1) Aus dem ungarischen Original, Mathem. es termeszettud. Ertesitő 1905, **23**, 4. Heft, vom Verf. mitgeteilt; vorgelegt in der Sitzung der ungar. Akademie der Wiss. den 40. April 1905.

2) Századok. Jahrg. 1877, 397—406. — Bányász. és Koh. Lapok. 1879, **12**, 44, 35 und 51. — G. Wenzel, Kritische Geschichte des Bergbaues von Ungarn (ungarisch). Budapest 1880, 93.

3) Fr. E. Brückmann, Relation von den Zinnober- und Quecksilbergruben zu Szlana. Breslauer Sammlungen usw. 1726, Klasse IV, Art. 8, 82—84.

4) F. E. v. Fichtel, Mineralogische Bemerkungen von den Karpathen. Wien 1794, **1**, 59.

5) J. Esmark, Kurze Beschreibung einer mineralogischen Reise durch Ungarn usw. Freiberg 1798, 489—490.

6) F. A. Reuß, Lehrbuch d. Mineralogie. Leipzig 1803 (II), **3**, 293. — V. Schönbauer, Minerae metallorum Hungariae et Transilvaniae. Pesthini 1806, **1**, 46—47. — C. A. Zipser, Versuch eines topogr.-mineralog. Handbuches von Ungarn. Ödenburg 1847, 395. — J. Jonás, Ungarns Mineralreich. Pest 1820, 366.

7) F. S. Beudant, Voyage mineral. et geol. en Hongrie. Paris 1822, **2**, 82—84. Traité élém. de Mineralogie. Paris 1830, II. édit., **1**, 635.

citirt ebenfalls Brückmann und Esmark und fügt noch seine eigenen Beobachtungen hinzu. Sowohl in der älteren, wie auch in der neueren Fachliteratur ist Alsósajó oft nicht erwähnt, trotzdem schon im Anfang des vorigen Jahrhunderts manche Werke<sup>1)</sup> diesen Fundort angeben. Um so auffallender ist es, daß wir in ausführlicheren Lehrbüchern<sup>2)</sup> und selbst in der neuesten Auflage Danas<sup>3)</sup> Alsósajó vermissen und andere ungärische Fundorte von geringerer mineralogischer Bedeutung vorfinden; in Hlntzes<sup>4)</sup> Handbuch ist das Vorkommen und einige krystallographische Daten auf grund der vorhandenen Literatur angegeben. In Beschreibungen größerer Mineraliensammlungen<sup>5)</sup> finden wir mehrmals den Zinnober von Rozsnyó, nach der Charakterisierung der Stufen und den angeführten Begleitmineralien halte ich es nicht für unwahrscheinlich, daß eigentlich Exemplare von Alsósajó vorlagen; Born<sup>6)</sup> spricht auch von einem Zinnober in Fahlerz, welcher von den Andrássyschen Bergwerken in Ober-Ungarn herrührt, ohne Angabe des näheren Fundortes.

Den krystallisierten Zinnober von Alsósajó erwähnt zuerst C. Leonhard<sup>7)</sup>, später Zipser<sup>8)</sup> und v. Fellenberg<sup>9)</sup>, die sechseckigen, tafelförmigen Kryställchen, von welchen Mohs<sup>10)</sup> spricht, stammen wahrscheinlich auch von Alsósajó her und nicht von Rozsnyó. Nur v. Zepharovich<sup>11)</sup> zählt in seinem Minerallexikon einige Formen auf, diese sind:  $0R$ ,  $\frac{1}{4}R$ ,  $-\frac{1}{2}R$ ,  $R$  und  $\infty R$ , ohne anzugeben, ob dieselben auf Häüys oder Schabus' Grundform oder Aufstellung bezogen sind. Überhaupt ist wenig in der mineralogischen Literatur über Alsósajó vorhanden; über das Vor-

1) G. A. Suckow, Anfangsgründe der Mineralogie. Leipzig 1804, 2, 422. — C. A. F. Hoffmann und A. Breithaupt, Handb. d. Mineral. Freiberg 1816 (II, 3, 30. — C. C. v. Leonhard, Handb. einer allgem. topogr. Mineral. Frankfurt a. M. 1808. 2, 560; und Handb. d. Oryktogn. II. Aufl. Heidelberg 1826, 634. — C. Fr. Naumann, Lehrb. d. Mineral. Berlin 1828, 607. — W. Phillips, An element. introduction to Mineralogy. London 1852, 479.

2) Fr. Mohs, Grundriß d. Mineralogie. Dresden 1824, 2, 644.

3) J. D. Dana, System of Mineralogy, 6th edit. New York 1892, 67.

4) Handbuch d. Mineralogie. Leipzig 1900, 1, 676.

5) A. G. Werner, Verzeichnis d. Mineral.-Cabinets des. weil. kurfürstl. sächs. Berghauptmanns des Herrn K. E. Pabst v. Oheim. Freiberg und Annaberg 1792. 2, 460—464. — J. Born, Catal. method. et raisonnée de la collect. des fossiles de Mlle. El. de Raab. Vienne 1790, 2, 391 und 393. — Fr. Mohs, Des Herrn Jak. Fr. von der Null Mineralienkabinet. Wien 1805, 3, 82. — A. Lévy, Description d'une collection de minéraux formée par M. Hen. Heuland. Londres 1837, 2, 384.

6) J. Born, Lithophyllacium Bornianum. Praga 1772, 1, 439.

7) C. C. v. Leonhard, Handb. einer allgem. topogr. Mineralogie 1808, 2, 560.

8) l. c. 395.

9) B. v. Cotta und E. v. Fellenberg, Die Erzlagerstätten Ungarns und Siebenbürgens. Freiberg 1862, 424.

10) Siehe das unter 5) angeführte Werk.

11) Mineral. Lexikon. Wien 1859, 1, 480.

kommen finden wir noch Angaben bei Sandberger<sup>1)</sup> und Maderspach<sup>2)</sup> und über Zinnoberpseudomorphosen in der Arbeit Dölls<sup>3)</sup>.

Mein Untersuchungsmaterial stammt von der einst berühmten und reichen Quecksilbergrube »Szt. Háromság«, und die gemessenen Krystalle von jenen Stufen, welche ich im Jahre 1896 für das ungarische Nationalmuseum sammelte. Im Sommer jenes Jahres besuchte ich mit Herrn Bergwerksverwalter Ladislaus Klekner die Eisensteinbergwerke und die erwähnte Quecksilbergrube; in dieser wird gegenwärtig nicht mehr gearbeitet; in der Umgebung von Alsósajó wird jetzt nur Spatheisenstein gewonnen. Nach der gefälligen Mitteilung der Rimamurány-Salgótarjaner Eisenwerks-Aktiengesellschaft kam schon im Jahre 1904 kein krystallisierter Zinnober vor; auf den eingesendeten Stufen waren im Talkschiefer 0,5–4 cm dicke, weiße Quarzadern, und in diesen der Zinnober, stellenweise großblättrig, aber keine Krystalle; die begleitenden Minerale waren Pyrit und Fahlerz. Den graulich-grünen, talkigen Schiefer nannte Esmark<sup>4)</sup> Talkschiefer, Beudant<sup>5)</sup> Glimmerschiefer, v. Cotta<sup>6)</sup> talkigen Glimmerschiefer; nach Andrian<sup>7)</sup> bildet dieses Gestein einen Übergang vom Grünschiefer zum Glimmerschiefer, Stur<sup>8)</sup> zählt es zu den obersten Glimmerschiefern. Vor einigen Jahren hatte Schafarzik<sup>9)</sup> in der Umgebung von Rozsnyó geologische Aufnahmen gemacht, auf Grund dieser und den petrographischen Untersuchungen gelangte er zu dem Schluß, daß die früher als krystallinische Schiefer angesehenen Gesteine des Szepes-Gömörer Erzgebirges Quarzporphyre und Porphyroide sind, welche letztere aus den ersteren infolge dynamischer Einwirkungen entstanden sind. Schafarzik nennt dieses Gestein von Alsósajó Porphyroidschiefer, die reichen Erzgänge von Rozsnyó sind epigenetischen Ursprungs und Producte einer postvulkanischen Tätigkeit; v. Cotta hebt auch hervor, daß die Lagergänge von Alsósajó jüngeren Ursprungs sind als das Gestein.

Die zinnoberführenden Lagergänge sind in dem grünlich-grauen, talkigen und schieferigen Gestein, hauptsächlich bestehen sie aus Quarz und Braunspar, weniger aus Kalkspar, Siderit und Schwerspar; im Gemenge

1) N. Jahrb. f. Min. usw. 1865, 598 l.

2) L. Maderspach, Die Eisenerzlagerstätten Ungarns (ungarisch). Budapest 1880, 62.

3) Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1883, 444. Ref. diese Zeitschr. 1883 10, 422.

4) a. a. O. S. 189.

5) Voyage minéral. et géol. etc. 7, 82–83.

6) Berg- u. Hüttenmänn. Zeitung 1864, 20, 154.

7) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1859, 10, 544–542.

8) Ebenda 1869, 19, 382–446.

9) Foldt. Közl. 1902. 32, 326–327 und Naturwiss. Berichte aus Ungarn 1905. 23, 3. Heft. Ref. diese Zeitschr. 1905, 40, 502.

dieser Mineralien findet sich der Zinnober derb oder blättrig, als Begleiter in größeren Massen das Fahlerz. In den Hohlräumen der Gänge bildeten sich schöne Zinnoberkrystalle, und zwar sind die lichtroten, durchsichtigen meistens vollkommener ausgebildet als die dunkelroten. Die übrigen begleitenden Mineralien sind noch folgende: Quecksilber, Amalgam und Pyrit, dessen pentagondodekaëdrische Krystalle im talkigen Porphyroidschiefer, im Quarz und Braunspat eingewachsen sind; weniger häufig sind die Braunspat-, Siderit- und Barytkryställchen, schon ziemlich selten Krystalle von Fahlerz und Quarz. Der Baryt ist tafelig nach  $c\{004\}$  oder säulenförmig nach  $d\{102\}$ ; an einer Stufe konnte ich im Braunspat eingewachsen den Bleiglanz nach der guten Spaltbarkeit und den chemischen Reactionen erkennen.

Die ersten Messungen an Zinnoberkrystallen führte Haüy<sup>1)</sup> aus und bildete die Krystalle ihrem gewöhnlichsten Habitus entsprechend hexagonal-rhomboëdrisch ab, später veröffentlichte er genauere Messungen<sup>2)</sup>. Die Unterscheidung der positiven und negativen Formen ist bisher auch noch nicht gänzlich sicher, da wir ein unzweifelhaftes Unterscheidungszeichen wie z. B. beim Quarz oder Kalkspat nicht kennen, dies heben Mügge<sup>3)</sup>, Schmidt<sup>4)</sup> und Goldschmidt<sup>5)</sup> gleichfalls hervor. Die Unterscheidung der positiven und negativen Formen in den abwechselnden Sextanten ist entweder auf die größere Flächenentwicklung oder auf die größere Zahl der Formen begründet. Schabus<sup>6)</sup>, d'Achiardi<sup>7)</sup>, Schmidt<sup>8)</sup> und Traube<sup>9)</sup> wählten die minderzählige Rhomboëderreihe als positive, die mehrzählige hingegen als negative; hingegen nahmen Mohs<sup>10)</sup>, Naumann<sup>11)</sup> und Mügge<sup>12)</sup> die mehrzählige Rhomboëderreihe für positiv; vom Rath<sup>13)</sup> nahm die größer entwickelten Formen für positiv. Die Formen der ein-

1) R. Haüy, *Traité de Minéralogie* I. edit. Paris 1804, **3**, 439. Atlas Pl. LXV, Fig. 28.

2) R. Haüy, *Sur la structure des cristaux de mercure sulfuré*. *Ann. chim. phys.* 1818, **8**, 60.

3) *N. Jahrb. f. Mineral. usw.* 1882, **2**, 33. Ref. diese Zeitschr. 1884, **8**, 543.

4) Diese Zeitschr. 1888, **13**, 434.

5) *Index der Krystallformen*. Berlin 1891, **3**, 348.

6) *Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiss.* 1854, **6**, 87.

7) *Mineralogia della Toscana*. Pisa 1873, **2**, 283, Fig. 8.

8) Diese Zeitschr. 1888, **13**, 435.

9) Ebenda 1888, **14**, 565.

10) Fr. Mohs, *Grundriß d. Mineral.* Dresden 1824, **2**, 608, Taf. VIII. Fig. 124.

11) C. Fr. Naumann, *Lehrbuch der Mineralogie*. Berlin 1828, 603. Atlas Taf. X, Fig. 183 und 184.

12) l. c. 30.

13) *Sitzungsber. der niederrhein. Gesellsch. usw.* 1883, **40**, 45 und 122, Taf. VI, Fig. 7. Ref. diese Zeitschr. 1884, **9**, 567.



fach entwickelten Krystalle wurden auch für positiv genommen, wie dies Bertrand<sup>1)</sup>, Tschermak<sup>2)</sup> und Termier<sup>3)</sup> taten.

Ich habe auch die mehrzählige Rhomboëderreihe für positiv gewählt, zu welcher das gewöhnliche und charakteristische steile Rhomboëder mit der Polkante von  $108^{\circ} 12'$  gehört, welches Haüy<sup>4)</sup> zur Grundform wählte. In der positiven Reihe beobachtete ich 26, in der negativen hingegen nur 6 Rhomboëder; an den einzelnen Combinationen sind immer mehr positive Rhomboëder und mit größeren Flächen entwickelt als die negativen, wie man dies aus der nachfolgenden kleinen Tabelle sieht.

	Nummer der gemessenen Krystalle															
Zahl der	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
posit. Rhomboëd.	8	6	5	8	5	4	6	4	5	10	9	9	15	14	6	13
negat. Rhomboëd.	3	4	2	2	3	3	3	2	2	5	4	5	4	3	1	1

An einigen Krystallen war ein auffallender und entschiedener Unterschied der Flächenbeschaffenheit der positiven  $h\{2023\}$ ,  $g\{10\bar{1}2\}$  und der entsprechenden negativen  $h'\{02\bar{2}3\}$ ,  $g'\{01\bar{1}2\}$  Rhomboëder; die Flächen der positiven waren stark gerieft, hingegen diejenigen der entgegengesetzten Stellung glatt; besonders gut konnte man dies sehen an manchen Zwillingen (Taf. IV, Fig. 7 und Taf. V, Fig. 9), wo die entsprechenden Flächen der entgegengesetzten Rhomboëder zugleich reflectierten.

An 16 gemessenen Krystallen wurden 37 Formen bestimmt, von diesen sind die mit einem \* bezeichneten für den Zinnober neu. Die Buchstabenbezeichnung ist dieselbe wie in Dana's<sup>5)</sup> System und Hintze's<sup>6)</sup> Handbuch; die theoretischen Werte der neuen Formen leitete ich aus dem Fundamentalwinkel  $(0001):(10\bar{1}1) = 52^{\circ}54'15''$  Schabus<sup>7)</sup> ab.

(Siehe die Zusammenstellung der Formen auf S. 444.)

Die Rhomboëder  $\beta\{3035\}$ ,  $\epsilon\{10.0.\bar{1}0.9\}$ ,  $\nu\{6065\}$ ,  $\iota\{4013\}$ ,  $\omega\{3031\}$ ,  $\rho\{10.0.\bar{1}0.3\}$ ,  $\lambda\{5051\}$ ,  $\mu\{6061\}$  und  $\varphi\{7071\}$  wurden meines Wissens bisher nur an dem Zinnober von Almaden zuerst von Mügge<sup>8)</sup> beobachtet; die Form  $i\{4015\}$  constatirte durch genügend gute Messung zuerst Bertrand<sup>9)</sup> an den prismatischen Krystallen von Californien, und später Mügge mit den eben aufgezählten Formen.

1) Diese Zeitschr. 1878, **2**, 499.

2) Mineral. u. petrogr. Mitteil. 1886, **7**, 361. Ref. diese Zeitschr. 1887, **12**, 89.

3) Bull. soc. franc. min. 1897, **20**, 204. Ref. diese Zeitschr. 1899, **31**, 76.

4) R. Haüy, Traité de Minéral. II. édit. Paris 1823, **3**, 313.

5) System of Mineral. 1892, 6th edit. 66.

6) Handb. d. Mineral. 1900, **1**, 666.

7) Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1854, **6**, 74.

8) Neues Jahrb. f. Mineral. usw. 1882, **2**, 34. Ref. diese Zeitschr. 1884, **8**, 313.

9) Diese Zeitschr. 1878, **2**, 499.

$c\{0004\}$	$\varepsilon\{40.0.\overline{10}.9\}$	$\varrho\{70\overline{7}4\}$
$m\{40\overline{1}0\}$	$*X\{90\overline{9}8\}$	$t\{80\overline{8}4\}$
$d\{40\overline{1}3\}$	$\eta\{60\overline{6}5\}$	$g'\{04\overline{1}2\}$
$f\{20\overline{2}5\}$	$l\{40\overline{4}3\}$	$h'\{02\overline{2}3\}$
$g\{40\overline{1}2\}$	$*V\{80\overline{8}5\}$	$A\{04\overline{1}4\}$
$i\{40.0.\overline{10}.19\}$	$\chi\{50\overline{5}3\}$	$l'\{04\overline{4}3\}$
$w\{50\overline{5}9\}$	$n\{20\overline{2}4\}$	$n'\{02\overline{2}4\}$
$\beta\{30\overline{3}5\}$	$*Y\{44.0.\overline{11}.4\}$	$q'\{04\overline{4}4\}$
$*j\{50\overline{5}8\}$	$\omega\{30\overline{3}4\}$	$*I\{44\overline{2}2\}$
$h\{20\overline{2}3\}$	$\vartheta\{40.0.\overline{10}.3\}$	$y\{22\overline{2}3\}$
$i\{40\overline{4}5\}$	$q\{40\overline{4}4\}$	$\xi\{22\overline{4}4\}$
$*A\{80\overline{8}9\}$	$\lambda\{50\overline{5}4\}$	
$r\{40\overline{4}4\}$	$\pi\{60\overline{6}4\}$	

Meine Beobachtungen an den neuen Formen sind folgende:

$j\{50\overline{5}8\}$  habe ich an dem achten Krystalle (Taf. IV, Fig. 6) in zwei Zonen, in jeder mit einer breiteren und sehr gut spiegelnden Fläche beobachtet; die zwei Messungen stimmen beinahe genau überein, weniger mit dem berechneten Werte.

$A\{80\overline{8}9\}$  an den den beiden Individuen eines Zwillingskrystalls (Taf. V, Fig. 40), zwei vollkommen glänzende Flächen.

$X\{90\overline{9}8\}$  an dem 13. Krystalle mit einer untergeordneten aber scharf ausgebildeten und tadellos spiegelnden Fläche.

$V\{80\overline{8}5\}$  an zwei Krystallen mit je einer schmalen glänzenden Fläche.

$Y\{44.0.\overline{11}.4\}$  an dem 12. und 14. Krystalle, an einem mit schmaler, an dem anderen mit breiterer Fläche.

$I\{44\overline{2}2\}$  wurde an dem größeren Individuum des 14. Krystalles (Taf. V, Fig. 40) mit einer schmalen, jedoch scharf ausgebildeten und gut spiegelnden Fläche beobachtet, als gerade Abstumpfung der Kante  $\{4044 : 4404\}$ .

Die Neigungen konnten gut bestimmt werden, wie auch die Zugehörigkeit der Flächen zu den Zonen:  $[2204 : 2023 = 322]$ ,  $[4044 : 4404 = \overline{1}00]$  und  $[0004 : 4223 = \overline{2}40]$ .

Zur Bestimmung der neuen Formen dienten folgende Messungen:

		Beobachtet:	Berechnet:
$c : j = (0004) : (50\overline{5}8)$	$=$	$39^{\circ}45' - 39^{\circ}46\frac{1}{2}'$	$39^{\circ}34'28''$
$: A =$	$: (80\overline{8}9)$	$49\ 34 - 49\ 45$	$49\ 36\ 43$
$: X =$	$: (90\overline{9}8)$	$56\ 4$	$56\ 5\ 33$
$: V =$	$: (80\overline{8}5)$	$64\ 35 - 64\ 44$	$64\ 42\ 14$
$: Y =$	$: (44.0.\overline{11}.4)$	$74\ 36 - 74\ 42$	$74\ 37\ 30$
$: I =$	$: (44\overline{2}2)$	$48\ 50$	$48\ 52\ 25$

	Beobachtet:	Berechnet:
$I : n = (\bar{2}112) : (\bar{2}201) = 32^{\circ}28'$		$32^{\circ}33'50''$
$: A = : (\bar{1}011) \quad 23 \ 29$		$23 \ 30 \ 14$
$: r = : (\bar{1}101) \quad 23 \ 30$		$23 \ 30 \ 14$

Die Krystalle sind meistens nur 0,5—1,5 mm groß, selten erreichen dieselben 3—4 mm; ihr Habitus ist rhomboëdrisch (Taf. IV, Fig. 3 und 4, Taf. V, Fig. 8 und 10) oder dicktafelförmig (Taf. IV, Fig. 7). Die Kryställchen sind in den Hohlräumen gewöhnlich derart aufgewachsen, daß die eine Basisfläche vollkommen frei sich ausbilden konnte, ihre parallele Gegenfläche oft nur teilweise.

Es dominiert immer die Basis; mit großen Flächen sind entwickelt  $n\{20\bar{2}1\}$  und  $h\{20\bar{2}3\}$ , mit kleineren  $m\{10\bar{1}0\}$ ,  $A\{01\bar{1}1\}$  und  $h'\{02\bar{2}3\}$ ; die übrigen Formen sind untergeordnet, von den steilen Rhomboëdern hat die breitesten Flächen  $\omega\{30\bar{3}1\}$ .

Wie die Tabelle auf S. 446 zeigt, sind  $c\{0001\}$ ,  $m\{10\bar{1}0\}$ ,  $h\{20\bar{2}3\}$ ,  $n\{20\bar{2}1\}$  und  $A\{01\bar{1}1\}$  an jedem Krystalle vorhanden, zu den häufigen Formen sind zu zählen  $g\{10\bar{1}2\}$ ,  $\omega\{30\bar{3}1\}$ ,  $n'\{02\bar{2}1\}$  und  $h'\{02\bar{2}3\}$ ; die oben aufgezählten gewöhnlichsten Formen sind mit voller Flächenzahl entwickelt, hingegen die übrigen nicht.

Mit Ausnahme des ersten Krystalles, mit einigermaßen gestörter Basis, war diese Fläche bei den übrigen von tadelloser Beschaffenheit und prächtigem Glanze. Auf der Basis des 2., 6., 9. und 10. Krystals waren einige feine Streifen bemerkbar, welche von sehr schmalen Flächen negativer Rhomboëder hervorgerufen werden.

$m\{10\bar{1}0\}$  hat schmale oder trapezförmige Flächen, deren Glanz nicht immer vollkommen ist, zuweilen haben sie schwachen Fettglanz oder sind horizontal gestreift.

Die Flächen von  $g\{10\bar{1}2\}$  sind gewöhnlich schmal, die breiteren sind stark gerieft. Neben den dominierenden Formen ist das Rhomboëder  $h\{20\bar{2}3\}$  zuweilen auch mit großen Flächen wie  $n\{20\bar{2}1\}$  ausgebildet. Infolge der starken Riefung erhält man eine Reihe Reflexe, von denen einer oder zwei lichtstärker sind; nicht selten findet man eine nahestehende Vicinalfläche allein oder mit  $h\{20\bar{2}3\}$ , die Neigung ist schwankend:

	Beobachtet:	$n$	Berechnet:
$(13.0.\bar{1}3.20) : (0001) = 40^{\circ}8'—40^{\circ}54'$		16	$40^{\circ}44'$

Mehrmals beobachtete ich zwischen den Flächen von  $h\{20\bar{2}3\}$  und  $n\{20\bar{2}1\}$  eine stark geriefte, etwas gekrümmte Fläche mit schwachem Glanze; dieselbe liegt nahe zu  $r\{10\bar{1}1\}$ , die Zone  $[0\bar{2}21 : 2\bar{2}03 = \bar{1}24]$  konnte jedoch nicht sichergestellt werden.

$r\{10\bar{1}1\}$  mit schmalen, glänzenden und sehr zart gerieften Flächen;

Beobachtete Formen	Nummer der gemessenen Krystalle															
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
$c\{0001\}$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
$m\{10\bar{1}0\}$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
$d\{10\bar{1}3\}$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
$f\{20\bar{2}5\}$	*	.	.	.	.	.	.	.	.	*	*	*	.	.	.	.
$g\{10\bar{1}2\}$	*	*	*	*	*	*	.	*	*	*	*	*	*	*	*	*
$i\{10.0.\bar{1}0.9\}$	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	*	.	.	.	.
$w\{50\bar{5}9\}$	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.	*	.
$\beta\{30\bar{3}5\}$	.	.	*	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.
$*j\{50\bar{5}8\}$	.	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.
$h\{20\bar{2}3\}$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
$i\{40\bar{4}5\}$	*	*	.	.	.	.	.	.	.	*	.	.	*	*	*	*
$*A\{80\bar{8}9\}$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	.	.
$r\{10\bar{1}4\}$	*	.	.	.	.	.	.	.	.	*	*	.	.	*	.	*
$\varepsilon\{10.0.\bar{1}0.9\}$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	.	*	*	.	*
$*X\{90\bar{9}8\}$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.
$\eta\{60\bar{6}3\}$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	.	.	*
$l\{40\bar{4}3\}$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	.	.	*	*	.	*
$*V\{80\bar{8}5\}$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	*	.	.
$\chi\{50\bar{5}3\}$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	*	.	*
$n\{20\bar{2}4\}$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
$*Y\{11.0.\bar{1}1.4\}$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	*	*	.	.
$\omega\{30\bar{3}4\}$	.	*	*	*	*	.	*	.	*	*	*	*	*	*	*	*
$\vartheta\{10.0.\bar{1}0.3\}$	*	.	.	.	.	.	.	.	.	*	*	*	*	.	.	.
$q\{40\bar{4}4\}$	.	*	.	*	.	.	.	.	.	*	*	.	*	*	.	*
$\lambda\{50\bar{5}4\}$	.	.	.	*	.	.	*	.	.	*	*	.	*	.	.	.
$\pi\{60\bar{6}4\}$	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	*	*	.	*
$e\{70\bar{7}4\}$	*	.	.	*	.	.	.	.	*	.	.	.	*	*	.	.
$t\{80\bar{8}4\}$	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.
$g'\{04\bar{1}2\}$	.	*	.	.	.	.	.	.	.	*	*	*	.	.	.	*
$h'\{02\bar{2}3\}$	*	*	.	.	*	*	*	.	.	*	*	*	*	.	.	*
$\mathcal{A}\{04\bar{1}4\}$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
$l'\{04\bar{1}3\}$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.
$n'\{02\bar{2}4\}$	*	*	*	*	*	*	*	*	.	*	*	*	*	*	.	*
$q'\{04\bar{1}4\}$	.	.	.	.	.	.	.	.	*	*	*	*	*	.	.	.
$*I\{11\bar{2}2\}$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
$y\{22\bar{2}3\}$	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	*	.	.
$\xi\{22\bar{2}4\}$	*	.	.	.	.	*	.	*	.	.	*	*	*	.	*	.

nur an einem einfachen Krystalle (Taf. IV, Fig. 4), von neun Zwillingen war es an fünf entwickelt.

$\omega\{30\bar{3}4\}$ . Die schmalen Flächen haben guten Glanz, ihre Neigung ist jedoch schwankend, auch um  $40'$  kleiner als der theoretische Wert, seltener um  $12'$  höher; trotzdem zählte ich diese Flächen zu  $\omega\{30\bar{3}4\}$ , da an jedem Krystalle eine oder zwei Messungen mit dem berechneten Werte von  $\omega\{30\bar{3}4\}$  gut stimmten. Die nahestehende Vicinalfläche wäre  $\{20.0.\bar{2}0.7\}$ , die berechneten Neigungen sind:

$$\begin{aligned}(0004) : (30\bar{3}4) &= 75^{\circ}54' \\ (0004) : (20.0.\bar{2}0.7) &= 75^{\circ}12'\end{aligned}$$

Die übrigen steilen Rhomboëder sind schon seltener, die Flächen mancher beobachtete ich vorwiegend, die von  $q\{40\bar{4}4\}$  und  $t\{80\bar{8}4\}$  nur an Zwillingsskrystallen.

Das Rhomboëder  $i\{40.0.\bar{1}\bar{0}.19\}$ , welches Traube<sup>1)</sup> an dem Zinnober von Avala beobachtete, fand ich an zwei Krystallen mit streifenförmigen Flächen und eine breitere gut meßbare Fläche von  $\varepsilon\{40.0.\bar{1}\bar{0}.9\}$  an dem 13. Krystalle zwischen  $(20\bar{2}3)$  und  $(40\bar{1}3)$ .

Die negativen Rhomboëder haben schmale und glatte Flächen, die am vollkommensten entwickelten und glänzendsten sind die der Form  $\mathcal{A}\{01\bar{1}1\}$  (Taf. IV, Fig. 2 und 6), einzelne Flächen erscheinen als Abstumpfungen der Polkanten von  $n\{20\bar{2}4\}$  (Taf. IV, Fig. 8).

Trapezoëdrische Formen waren an den gemessenen Krystallen nicht ausgebildet, nur trigonale Bipyramiden zweiter Art; diese waren auch nicht häufig, meistens mit einer Fläche, seltener mit zwei, und zwar eine obere mit der zugehörigen unteren; nur an dem ersten Krystalle (Taf. IV, Fig. 1) waren vier Flächen, zwei oben und zwei unten, ausgebildet. Da ich nach der Verteilung der Flächen keinen sicheren Schluß auf die trigonaltrapezoëdrische Ausbildung folgern konnte, zeichnete ich in den Krystallbildern diese Formen mit der der Beobachtung entsprechenden Flächenzahl, in der stereographischen Projection (Taf. V, Fig. 11) hingegen als hexagonale Bipyramiden zweiter Art. Die Kleinheit der Flächen erlaubte oft nur approximative Messungen, aus den Zonen konnte ich jedoch ihre Lage immer sicherstellen. Die häufigere Form ist  $\xi\{2\bar{2}\bar{4}1\}$ , deren Flächen an vier Krystallen (Nr. 7, 8, 11 und 12) in der Zone  $[20\bar{2}4 : 01\bar{1}0 = \bar{1}02]$  von der Fläche  $n(20\bar{2}4)$  rechts (Taf. IV, Fig. 6), an dem 4. und 15. Krystalle hingegen in der Zone  $[20\bar{2}4 : 1\bar{1}00 = 11\bar{2}]$  von der  $n(20\bar{2}4)$ -Fläche links liegen (Taf. IV, Fig. 4). An dem ersten Krystalle erscheinen die zwei oberen mit den entsprechenden unteren Flächen als Abstumpfungen der abwechselnden Kanten, erinnernd an die trapezoëdrische Ausbildung.

Seltener ist die Fläche  $y(2\bar{2}\bar{1}3)$ , welche in den Zonen  $[20\bar{2}4 : \bar{2}201 = \bar{1}22]$ ,  $[40\bar{1}3 : 04\bar{1}3 = \bar{3}\bar{3}4]$  und  $[01\bar{1}0 : 20\bar{2}3 = 30\bar{2}]$  liegt; an dem 6. Krystalle stumpft die Fläche die Kante  $[20\bar{2}3 : 01\bar{1}0]$  ab, sie liegt demnach von den positiven Rhomboëdern rechts (Taf. IV, Fig. 5). An dem größeren Individuum des 14. Krystalls waren zwei Flächen zur Entwicklung gekommen (Taf. V, Fig. 10), die eine auf der Kante  $[02\bar{2}3 : \bar{1}010]$ , die andere auf  $[\bar{2}203 : \bar{1}010]$ , demnach liegt die eine vom positiven Sextanten rechts, die andere links, beide Flächen gehören gleichzeitig zur Zone  $[0\bar{2}24 : \bar{2}201 = \bar{2}\bar{1}2]$ . An diesem Krystalle war auch eine Fläche der neuen Form  $I\{11\bar{2}2\}$  ausgebildet.

Die Combinationen der gemessenen Krystalle sind:

9. Krystall  $c, n, m, h, \mathcal{A}, \omega, g, q', \varrho$  (Taf. IV, Fig. 4).

3.     "      $c, n, h, \mathcal{A}, m, \omega, g, \beta, n'$  (Taf. IV, Fig. 2).

1) Diese Zeitschr. 1888, 14, 568 und V. Goldschmidt, Winkeltabellen. Berlin 1897, S. 377 und 426.



8. Krystall  $c, n, A, m, h, j, g, \xi, n'$  (Taf. IV, Fig. 6).  
 5. »  $c, n, m, A, h, h', \pi, g, \omega, n'$ .  
 6. »  $c, n, m, h, A, g, w, y, h', n'$  (Taf. IV, Fig. 5).  
 7. »  $c, n, h, A, h', m, \xi, i, \beta, \omega, \lambda, n'$  (Taf. IV, Fig. 3).  
 4. »  $c, n, m, g, h, \xi, i, A, f, r, \vartheta, q, h' n'$  (Taf. IV, Fig. 4).

Von einer Fläche  $h\{20\bar{2}3\}$  des dritten Krystalls erhebt sich eine Ecke des in Zwillingstellung befindlichen Individuums.

Die Combinationen der Zwillingsskrystalle sind folgende:

15. Krystall  $c, n, m, f, g, w, h, \omega, A, \xi$ .  
 4. »  $c, n, h, m, A, g, \omega, q, \lambda, q, t, n'$  (Taf. IV, Fig. 8).  
 2. »  $c, n, h, A, h', g', m, \omega, q, i, g, n'$  (Taf. IV, Fig. 7).  
 11. »  $c, n, h, A, m, f, g, r, \omega, q, \lambda, t, h', n' q'$ ,  $\xi$ .  
 10. »  $c, n, h, A, g', i, m, r, f, g, l, \omega, q, \lambda, h', n', q'$  (Taf. V, Fig. 9).  
 12. »  $c, n, h, A, g', m, d, f, g, i, Y, \vartheta, \omega, h', n', q'$ ,  $\xi$ .  
 16. »  $c, n, h, m, f, l, A, g, i, r, \eta, \chi, \omega, \vartheta, g, \pi, g', h' n'$ .  
 13. »  $c, h, n, g, m, A, i, r, \varepsilon, X, l, V, \omega, d, \eta, q, \lambda, \pi, h', l', q'$ .  
 14. »  $c, h, n, m, \chi, A, r, f, g, i, A, l, V, Y, \omega, \pi, q, n', l', I, y$  (Taf. V, Fig. 10).

Die Neigungen der tadellos spiegelnden, großen Flächen stimmte gut überein mit den von Schabus berechneten, deshalb glaubte ich eine neue Berechnung der Axenlänge für überflüssig. Bei den mit größeren Flächen ausgebildeten Formen war die Schwankung der gemessenen Neigungen verhältnismäßig gering, z. B.:

	Beobachtet:	Kr.:	$n$	Berechnet:
$(20\bar{2}4) : (0004) =$	$69^{\circ}40' - 69^{\circ}23'$	16	84	$69^{\circ}47'$

Bei den kleinen oder stark geriefen Flächen erreichten die größten Differenzen zwischen Beobachtung und Berechnung auch  $25'$ .

In der nachstehenden Tabelle sind die Mittelwerte der Messungen zusammengestellt; Kr. bezieht sich auf die Zahl der gemessenen Krystalle,  $n$  hingegen auf die der Kanten.

	Beobachtet:	Kr.:	$n$	Berechnet:
$c : d = (0004) : (40\bar{1}3)$	$= 23^{\circ}38'$	2	2	$23^{\circ}47' 18''$
$: f =$	$: (20\bar{2}5)$	27	46	$27^{\circ}52' 40$
$: g =$	$: (40\bar{1}2)$	33	23	$45^{\circ}55' 33^{\circ}28' 24$
$: i =$	$: (10.0.\bar{1}0.19)$	34	58	$2^{\circ}3^{\circ}34^{\circ}50' 19$
$: w =$	$: (50\bar{5}9)$	36	40	$2^{\circ}3^{\circ}36^{\circ}48' 45$
$: \beta =$	$: (30\bar{3}5)$	38	31	$2^{\circ}4^{\circ}38^{\circ}25' 50$
$: h =$	$: (20\bar{2}3)$	44	46	$74^{\circ}44^{\circ}24' 0$
$: i =$	$: (40\bar{4}5)$	46	32	$6^{\circ}44^{\circ}46^{\circ}36' 46$
$: r =$	$: (40\bar{4}4)$	52	57	$6^{\circ}43^{\circ}52^{\circ}54' 45$
$: \varepsilon =$	$: (10.0.\bar{1}0.9)$	55	49	$4^{\circ}4^{\circ}55^{\circ}45' 44$

		Beobachtet:	Kr.:	<i>n</i>	Berechnet:
<i>c</i> : $\eta$ = (0004) : (60 $\overline{6}$ 5)	= 57° 49'	2	2	57° 46' 58"	
: $\bar{l}$ = : (40 $\overline{4}$ 3)	60 26	4	5	60 26 27	
: $\chi$ = : (50 $\overline{5}$ 3)	65 42	2	2	65 35 46	
: <i>n</i> = : (20 $\overline{2}$ 4)	69 46	16	84	69 47 20	
: $\omega$ = : (30 $\overline{3}$ 4)	75 55	13	33	75 54 24	
: $\vartheta$ = : (10.0.10.3)	77 40	3	3	77 43 6	
: <i>q</i> = : (40 $\overline{4}$ 4)	79 22	6	16	79 47 44	
: $\lambda$ = : (50 $\overline{5}$ 4)	84 26	5	6	84 24 0	
: $\pi$ = : (60 $\overline{6}$ 4)	82 53	4	9	82 49 4	
: $\varrho$ = : (70 $\overline{7}$ 4)	83 45	3	6	83 50 4	
: <i>t</i> = : (80 $\overline{8}$ 4)	84 35	2	2	84 36 4	
: <i>m</i> = : (10 $\overline{1}$ 0)	89 59	16	74	90 0 0	
: <i>g'</i> = : (01 $\overline{1}$ 2)	33 24	4	5	33 28 24	
: <i>h'</i> = : (02 $\overline{2}$ 3)	44 23	10	27	44 24 0	
: $\mathcal{A}$ = : (01 $\overline{1}$ 4)	52 54	16	78	52 54 45	
: $\bar{l}'$ = : (04 $\overline{4}$ 3)	60 49 ca.	4	2	60 26 27	
: <i>n'</i> = : (02 $\overline{2}$ 4)	69 23 ca.	13	29	69 47 20	
: <i>q'</i> = : (04 $\overline{4}$ 4)	79 22 ca.	5	10	79 47 44	
: $\xi$ = : (22 $\overline{4}$ 4)	77 44	5	5	77 44 40	
: <i>y</i> = : (22 $\overline{4}$ 3)	57 4 ca.	2	3	56 46 49	
<i>n</i> : <i>n</i> = (20 $\overline{2}$ 4) : (2 $\overline{2}$ 04)	74 44	3	8	74 47 48	
: $\mathcal{A}$ = : (01 $\overline{1}$ 4)	54 4	5	15	54 6 6	
<i>y</i> : $\mathcal{A}$ = (22 $\overline{4}$ 3) : (01 $\overline{1}$ 4)	24 36 ca.	2	3	24 43 35	
<i>m</i> : <i>n</i> = (1 $\overline{1}$ 00) : (20 $\overline{2}$ 4)	62 4	5	8	62 6 56	
$\xi$ : <i>n</i> = (4 $\overline{2}$ 24) : (20 $\overline{2}$ 4)	29 48	5	6	29 54 24	
<i>n</i> : <i>n'</i> = (20 $\overline{2}$ 4) : (02 $\overline{2}$ 4)	55 47	4	4	55 46 8	
$\xi$ : $\xi$ = (4 $\overline{2}$ 24) : (24 $\overline{2}$ 4)	115 35	4	2	115 34 50	
<i>n</i> : <i>h'</i> = (20 $\overline{2}$ 4) : (02 $\overline{2}$ 3)	54 57	4	4	54 55 50	
$\xi$ : <i>n</i> = (22 $\overline{4}$ 4) : (02 $\overline{2}$ 4)	44 48	4	4	44 46 29	
<i>m</i> : <i>y</i> = (10 $\overline{1}$ 0) : (22 $\overline{4}$ 3)	43 34	2	2	43 34 22	
<i>h</i> : <i>m</i> = (20 $\overline{2}$ 3) : (01 $\overline{1}$ 0)	70 44	2	2	70 44 27	
: $\bar{h}'$ = : (02 $\overline{2}$ 3)	38 38	4	2	38 37 6	
: $\bar{h}$ = : (2 $\overline{2}$ 03)	69 46	2	3	69 52 44	
<i>r</i> : $\mathcal{A}$ = (10 $\overline{1}$ 4) : (01 $\overline{1}$ 4)	47 0	4	4	47 0 28	
$\bar{h}$ : $\mathcal{A}$ = (20 $\overline{2}$ 3) : (01 $\overline{1}$ 4)	44 47	4	4	44 45 58	
$\mathcal{A}$ : $\mathcal{A}$ = (8089) : (04 $\overline{4}$ 4)	46 4	4	4	46 4 3	

An den gemessenen Krystallen habe ich noch unsichere Formen, meistens mit complicierten Indices, beobachtet; die Neigung einiger schmaler Flächen konnte ich noch ziemlich gut bestimmen, auch stimmte dieselbe genügend mit den berechneten. Bloß diejenigen zähle ich auf, welche an dem Zinnober schon bekannt sind.

	Beobachtet:	Kr.	n	Berechnet:
(0004) : $\alpha(1.0.\bar{1}.15)$	$= 5^0 8'$	1	1	$5^0 2\frac{1}{4}'$
: $b(10\bar{1}8)$	9 50	1	1	9 23
: $c(10\bar{1}5)$	15 15 ca.	1	1	14 49
: $c(30\bar{3}8)$	26 10 ca.	1	1	26 23
: $\nu(13.0.\bar{1}3.9)$	} 62 44—62°57'	1	3	62 22
: $U(30\bar{3}2)$				63 14 $\frac{3}{4}$
: $(14.0.\bar{1}4.3)$	80 49—80 54	1	2	80 47 $\frac{3}{4}$
: $b'(0.1.\bar{1}.12)$	6 13 ca.	1	1	6 17 $\frac{1}{4}$
: $c'(01\bar{1}5)$	14 50—15 15 ca.	3	3	14 49
: $d'(01\bar{1}3)$	23 46 ca.	2	2	23 47 $\frac{1}{2}$
: $v'(04\bar{1}5)$	46 30 ca.—46 47 ca.	2	3	46 36 $\frac{3}{4}$

Von diesen Formen wäre  $\{14.0.\bar{1}4.3\}$  neu, da aber in derselben Zone auch noch die naheliegende  $\lambda\{50\bar{5}1\}$  entwickelt war, haben wir es mit Vicinalflächen zu tun. In einer Zone des 13. Zwillingkrystalles waren drei gut ausgebildete und scharf spiegelnde Flächen, zwei parallele gehörten zu dem einen, die dritte zu dem anderen Individuum. Als Neigung zur Basis erhielt ich:  $62^0 44'$ ,  $62^0 57'$  und  $62^0 48'$ , nach diesen Winkeln kann man die Flächen auf  $\nu\{13.0.\bar{1}3.9\}^1$  oder  $U\{30\bar{3}2\}^2$  beziehen; die beste Messung differiert bei der ersten Form um  $35'$ , bei letzterer um  $18'$  von der Berechnung.

Die negativen Rhomboëder  $b'\{0.1.\bar{1}.12\}$  und  $c'\{01\bar{1}5\}$  erscheinen an der Basis einiger Krystalle als schmale, vereinzelte Streifen, und  $d'\{01\bar{1}3\}$  als schmale, gerundete Fläche, die Polkanten von  $h\{20\bar{2}3\}$  abstumpfend, wo diese Form groß entwickelt ist.

Zwillinge sind häufig, gewöhnlich ist das eine Individuum größer als das andere, zuweilen erhebt es sich etwas über die Basis des anderen (Taf. IV, Fig. 7). Selten findet man auch ziemlich symmetrisch entwickelte Zwillinge, aber die Individuen sind nicht so vollkommen durcheinander gewachsen, wie bei dem Zinnober von Nikitowka oder von Ouen-Schan-Tschiang. Durch die Basis der Zwillinge beobachtet man im convergenten polarisierten Lichte die Airy'schen Spiralen. Die gewöhnlichsten Formen sind an beiden Individuen vorhanden, wohingegen die selteneren nur an dem einen. Einige der gemessenen Zwillingswinkel sind folgende:

	Beobachtet:	Kr.:	n	Berechnet:
$n : \bar{h} = (20\bar{2}1) : (0\bar{2}23)$	$= 54^0 47'$	2	2	$54^0 55' 50''$
: $g = : (0\bar{1}12)$	56 27	1	1	56 12 5
: $n = : (0\bar{2}21)$	55 45 $\frac{1}{2}$	1	2	55 46 8
$\bar{h} : p = (20\bar{2}3) : (0\bar{1}12)$	36 7	1	1	36 5 30
$I : \bar{h} = (2112) : (20\bar{2}3)$	22 13	1	1	22 22 0

1) Neues Jahrb. f. Mineral. usw. 1882, 2, 30. Ref. diese Zeitschr. 1884, 8, 543.

2) Bull. soc. franç. min. 1897, 20, 204. Ref. diese Zeitschr. 1899, 31, 76.

Ich untersuchte die gemessenen Krystalle und auch andere optisch; es zeigte sich, daß die von linken und rechten Krystallen gebildeten Zwillinge häufig sind, nur die ganz kleinen Krystalle erwiesen sich als einfache und zwar vorwiegend als linksdrehende übereinstimmend mit Des Cloiszeauxs Beobachtung. Wenn wir die Lage der trigonalen Pyramiden  $\xi\{22\bar{4}1\}$  und  $\gamma\{22\bar{4}3\}$  ähnlich wie beim Quarz mit der Drehung der Polarisationssebene in Einklang bringen wollen, dann müßten wir natürlicherweise die flächenreicheren Sextanten als negative wählen. Ich hatte nur zwei einfache Krystalle, an welchen die  $\xi$ -Fläche vorhanden war und an denen ich auch den Sinn der Drehung feststellen konnte; bevor jedoch an mehreren und von verschiedenen Fundorten stammenden Krystallen übereinstimmende Beobachtungen uns zur Verfügung stehen, sowie die sichere Unterscheidung der  $+$  und  $-$  Formen durch Ätzung oder andersartige Untersuchungen gelingt, will ich meine Beobachtungen nicht für allgemeingültig betrachten.

Von den einfachen Krystallen waren der 1. und 3. rechtsdrehend, der 5., 7. und 9. und noch einige andere linksdrehend. Der 8. Krystall war nach seiner Ausbildung kein Zwilling, zwei Flächen der Form  $\xi$  liegen vom positiven Sextanten rechts; im convergenten polarisierten Lichte sieht man in der Mitte der Basis die Airyschen Spiralen, nahe der Peripherie des Krystalles war das Axenbild gestört, dies beobachtete ich auch stellenweise an den übrigen Krystallen. An dem 40., 44. und 45. Zwillingkrystalle sah ich auch die Spiralen, stellenweise das Axenbild eines rechten oder linken Individuums. An dem 42., 43. und 44. Zwillingkrystalle konnte ich wegen der zu großen Dicke desselben kein Axenbild sehen. Ein sehr regelmäßig entwickeltes rhomboëdrisches Kryställchen von 4 mm Größe schien nach seiner äußeren Entwicklung ein einfaches Individuum zu sein; im convergenten polarisierten Lichte sah ich meistens ein gestörtes Axenbild, an einer Stelle die Airyschen Spiralen, an einer anderen das Axenbild eines rechten Krystalles. Dieser Krystall wurde goniometrisch nicht untersucht, da keine trigonalen Pyramiden daran entwickelt waren, sondern wurde zu Ätzversuchen verwendet.

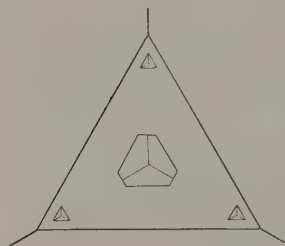
Schmidt<sup>1)</sup> stellte auch Ätzversuche an, erzielte aber keinen besonderen Erfolg; er gibt auch das Ätzmittel nicht an, mit welchem er seine Versuche ausführte.

Probeweise habe ich einige Krystalle mit Jodwasserstoffsäure ( $HJ$ ) geätzt und erhielt an einem Ätzfiguren, jedoch die Unterscheidung der positiven und negativen Formen gelang mir nicht. Bekanntlich erzielt man meistens nur an den vollkommen glatten Flächen charakteristische und scharfe Ätzfiguren; an den Krystallen von Alsósajó haben glatte und gleichzeitig große Flächen nur  $c\{0001\}$ ,  $\angle\{01\bar{1}1\}$ , seltener  $h'\{02\bar{2}3\}$ , weniger

4) Diese Zeitschr. 4888, 13, 434.

glatte  $n\{20\bar{2}1\}$  und  $m\{10\bar{1}0\}$ . Der concentrirte Jodwasserstoff greift schon in der Kälte den Zinnober heftig an; zu meinen Versuchen wendete ich immer kalte ( $15^{\circ}$ — $19^{\circ}\text{C.}$ ) Säure an, aber weder den Grad der Verdünnung, noch die Dauer der Ätzung, bei welcher sich scharfe Ätzfiguren bilden, konnte ich mit Sicherheit ermitteln. Verdünnte Säure griff die Basis gar nicht oder kaum an, hingegen die gestreiften Rhomboëderflächen stark; bei größerer Concentration wurden die Flächen schon sehr stark angegriffen.

Auf der Basis eines Krystalles erhielt ich gut ausgebildete Ätzfiguren, ein Gewichtsteil der käuflichen Jodwasserstoffsäure wurde mit drei Theilen destillirtem Wasser verdünnt und der Krystall 15 Minuten der Einwirkung ausgesetzt. Die meisten der Ätzfiguren waren so klein, daß man dieselben nur bei starker (420facher) Vergrößerung scharf sehen konnte; die Umrisse der kleineren Ätzgrübchen waren gleichseitige Dreiecke, die der größeren symmetrische Sechsecke; sie wurden begrenzt durch drei Flächen sehr stumpfer negativer Rhomboëder. Die Form und Orientierung der Ätzfiguren zeigt die beistehende Figur.



Die kleinen dreieckigen Ätzfiguren bedecken ziemlich dicht die Basis, die anderen sind 3—4mal größer, liegen zerstreut zwischen den vorigen oder perlenschnurähnlich nahe neben einander. Die Umrisse und Flächen der größeren, sechseckigen sind gekrümmt, einzelne derart, daß dieselben mehr linsenförmigen Eindrücken ähnlich sind. Ob die Orientierung der Ätzfiguren mit der Concentration der Säure geändert wird oder nicht, wie dies Baumhauer<sup>1)</sup> beim Apatit und Römer<sup>2)</sup> beim Quarz zeigte, könnte nur durch ausführlichere Untersuchungen ermittelt werden.

Die optischen Eigenschaften des Zinnobers wurden eingehender zuerst von Des Cloizeaux<sup>3)</sup> studirt; in neuerer Zeit hatten Melville und Lindgren<sup>4)</sup> das Drehungsvermögen genauer bestimmt. Die Brechungsquotienten ermittelte Des Cloizeaux an zwei Prismen, die Mittelwerte sind:

$$\omega = 2,854, \quad \varepsilon = 3,204.$$

1) Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1887, **42**, 863 und 1890, **40**, 447. Ref. diese Zeitschr. 1889, **15**, 444 und 1893, **21**, 409.

2) Neues Jahrb. f. Mineral. usw. 1894, **7**. Beil.-Bd., 532. Ref. diese Zeitschr. 1894, **23**, 286.

3) Compt. rend. 1857, **44**, 876 und 909. — Ann. des Mines 1857 (5), **11**, 337. — Ann. chim. phys. 1857 (3), **51**, 361.

4) Bull. Unit. St. Geol. Survey 1890, No. **61**, 44. Ref. diese Zeitschr. 1892, **20**, 493.



Später<sup>1)</sup> gab er auch die Werte für *Li*-Licht:

$$\omega_{Li} = 2,846, \quad \varepsilon_{Li} = 3,442.$$

In den Lehr- und Handbüchern werden aber meistens Des Cloi-zeauxs ältere Bestimmungen angeführt, bei welchen jedoch nur angegeben ist, daß dieselben sich auf Rot beziehen.

Ich bestimmte die Lichtbrechungsquotienten an einem Prisma, welches Herr Dr. Andor von Semsey aus einem almadener Zinnoberkrystalle bei dem Pariser Optiker Ivan Werlein herstellen ließ. Die Kante des 8 mm hohen Prismas war parallel der optischen Axe, die Breite seiner Flächen etwa 5 mm; da die Flächen nicht tadellos waren, mußte ich dieselben teilweise verdecken, die freigelassenen Teile hatten quadratischen Umriß von 3 mm Seitenlänge, die größte Dicke des von dem Lichtstrahle durchgelaufenen Prismenteiles war 1,5 mm.

Die Messungen wurden mit einem Fuessschen Goniometer Nr. II ausgeführt. Das Prisma war vollkommen durchsichtig und frei von Spaltungsrissen; von der einen Fläche war das Reflexbild tadellos scharf, von der anderen konnte man das Bild auch genau einstellen, aber der Rand des Webskyschen Signals war schon etwas verschwommen. Das Bild des abgelenkten roten Strahles war so scharf, daß die wiederholten Ablesungen nur um 1'—2' differierten.

Ich versuchte die Lichtbrechungsquotienten auch für das gelbe Licht zu bestimmen, was jedoch wegen der sehr großen Absorption dieser Strahlen nicht gelang; zur Verstärkung des *Na*-Lichtes führte ich Bromnatrium in die Flamme ein, aber selbst durch Verbrennung des Metallnatriums, wodurch man ein außerordentlich starkes Licht erhält, konnte ich zu keinem Resultate gelangen. Bei gelbem Lichte erscheint das abgelenkte Bild des Webskyschen Signales rot, breitgezogen mit verschwommenem Rande, besonders das des extraordinären Strahles, die Einstellung war gänzlich unsicher; gegen die stärker gebrochenen Strahlen waren die Ränder etwas orangefarbig und zwar bei dem extraordinären Strahle auffallender. Als ich mittels des Heliostaten directes Sonnenlicht durch das Prisma dringen ließ, waren die Erscheinungen ähnlich, nur viel intensiver; fängt man die zwei abgelenkten Strahlen auf einem weißen Schirme auf, so sieht man sehr gut, welcher Unterschied in der Dispersion des ordinären und extraordinären Strahles ist; das Bild des ersteren ist kürzer und hat scharfe Ränder, dasjenige des letzteren hingegen langezogen und mit verschwommenen Rändern. Man kann sehr gut die Absorption der jenseits des Gelb liegenden Strahlen demonstrieren, wenn man auf dem Goniometer den

1 Annuaire pour l'an 1868, publié par le Bureau des Longitudes, S. 430. Der für das rote Licht angegebene Brechungsquotient des extraordinären Strahles differiert unbedeutend von der älteren Bestimmung,  $\varepsilon = 3,499$ .

Wülfingschen kleinen Spectralapparat anbringt und in die Mitte des Gesichtsfeldes abwechselnd die verschiedenen Teile des Spectrums bringt; der Zinnober ist nur für die roten Strahlen durchlässig, für die stärker gebrochenen nicht mehr; ich bemerke jedoch, daß ich zur Beleuchtung nur einen Auer-schen Gasbrenner gebrauchte.

In Hinsicht der großen Lichtabsorption verhält sich der Zinnober ähnlich wie der Pyrargyrit<sup>1)</sup> und Proust<sup>2)</sup>, jener ist nur für die roten, dieser auch noch für die gelben Strahlen durchsichtig. Fraunhofersche Linien sah ich nicht; dafür ist der Grund vielleicht in der nicht genügenden Vollkommenheit der Prismenflächen zu suchen.

Die Brechungsexponenten bestimmte ich für *Li*-Licht und die rote Linie des Wasserstoffes und gebrauchte das Fernrohr *b* beziehungsweise *c*. In beiden Fällen konnte ich das Bild des abgelenkten Strahles genau einstellen, obwohl das außerordentliche nicht so scharf war als das ordentliche; ich nahm das Mittel der wiederholten Ablesungen. Die Resultate meiner Bestimmungen sind folgende:

$\alpha$	Lichtart:	$\delta_o$	$\omega$	$\delta_e$	$\varepsilon$	$\varepsilon - \omega$
14° 38' 30"	<i>Li</i>	27° 27' 40"	2,8189	32° 37' 35"	3,1461	0,3272
	<i>H<sub>a</sub></i>	27 38 35	2,8306	32 52 20	3,1615	0,3309

Die partielle Dispersion der zwei Strahlen:

$$\omega_{Li-H_a} = 0,0417$$

$$\varepsilon_{Li-H_a} = 0,0154.$$

Zum Vergleich gebe ich nachfolgend die Dispersion des Diamanten und Proustits nach den Bestimmungen Schraufs<sup>3)</sup> und Wülfings<sup>4)</sup>, beziehungsweise Fizeauxs, Des Cloizeauxs<sup>5)</sup> und Ites'<sup>6)</sup>.

Diamant:	Proust:
$n_{Li-C} = 0,00492$	$\omega_{Li-C} = 0,0128$
	$\varepsilon_{Li-C} = 0,0085.$

Meine Untersuchungen führte ich im mineralogisch-petrographischen Institute der Budapester Universität aus, einige Experimente im physikalischen Institute des kgl. Josef-Polytechnikums; ich sage auch hier meinen besten Dank dem Herrn Hofrat Prof. J. A. Krenner und dem Herrn Prof. A. Schuller für ihre gütige Erlaubnis, daß ich in den Instituten arbeiten konnte.

Budapest, im September 1905.

1) Des Cloizeaux, Nouv. rech. sur les propt. opt. des cristaux. Paris 1867, S. 11 und 204.

2) P. Ites, Über die Abhängigkeit der Absorption des Lichtes von der Farbe. Preisschrift. Göttingen 1903, S. 46—47. Ref. diese Zeitschr. 41, 302.

3) Wiedemanns Ann. d. Phys. 1884, 22, 424. Ref. diese Zeitschr. 1886, 11, 100.

4) Tschermaks mineral.-petr. Mitteil. 1896, 15, 63 und 350. Ref. diese Zeitschr. 1898, 29, 150.

5) Nouv. rech. usw. S. 204.

6) l. c. S. 47.

## XXIII. Krystallisation des Quercit und des Calcit.

Von

E. von Fedorow in Petrowskoje-Rasumowskoje bei Moskau.

(Mit 4 Textfiguren.)

---

In der Arbeit »Allgemeinste Krystallisationsgesetze und die darauf fußende eindeutige Aufstellung der Krystalle«<sup>1)</sup> wurden die Gesetze erkannt, welche uns in die Lage setzen, jedem gegebenen Krystalle ohne jede Spur einer Willkür resp. Subjectivität ganz eindeutige Aufstellung zu geben, so daß, diesen Principien folgend, alle Forscher jedes beliebige Flächenpaar des Krystalles mit genau denselben Indices bezeichnen würden. Die Entwicklung dieser Principien ist umständlich genug in dieser Arbeit dargetan, und ich brauche jetzt nur auf dieselbe Bezug zu nehmen, um die weitere Darstellung verständlich zu machen.

Nun bin ich mit der Verarbeitung sämtlichen krystallographischen Materials der drei letzten Jahrzehnte diesen Principien gemäß zum Abschluß gekommen, und sämtliche Krystalle (wahrscheinlich beinahe 5000<sup>2)</sup>) haben in strenger Ordnung in den graphischen Diagrammen ihren richtigen Platz gefunden.

Dabei habe ich drei verschiedene Diagramme verfaßt: dasjenige der Krystalle des hypohexagonalen Typus, dasjenige des hexagonaloiden (trigonaloiden) und dasjenige der tetragonaloiden Krystalle des kubischen Typus. Nur für sehr wenige Krystalle konnte ich keinen Platz finden wegen offener Unvollständigkeit ihrer Kenntnis und zu großen Fehlern in der Berechnung und Beschreibung.

Jetzt lag mir ob, auf praktischem Wege zu prüfen, ob (im großen und ganzen) jeder Krystall erkannt werden kann. Die Wichtigkeit solcher Erkenntnis liegt auf der Hand, da bei den neuesten Methoden der Krystall-

---

1) Diese Zeitschr. 38, 324 ff.

2) Darunter die Krystalle des hypohexagonalen Typus, etwas über eintausend.

messung diese Arbeit in wenigen Stunden zur Ausführung kommt und dabei viel mehr liefert, als die genaueste chemische Analyse, indem für die meisten Substanzen außer der Bauschanalyse noch die specielle Erforschung der chemischen Constitution erforderlich ist, und dies ist nur in Ausnahmefällen zu verwirklichen, bei ungenügendem Material sogar niemals.

Für die Krystallanalyse sind in den meisten Fällen zwei, drei Kryställchen hinreichend, falls dieselben einigermaßen gut ausgebildet sind.

Nun habe ich mich an meine Collegen, die Herren Chemiker, mit der Bitte gewendet, mir aus meiner Liste einige Krystalle zu ihrer Bestimmung zu leihen.

Als eine der ersten Zusendungen wurden mir von seiten des Herrn Demjanow die Krystalle von Quercit gegeben, welche besonders leicht erkannt werden können und erkannt wurden, da dieselben der weniger zahlreich vertretenen Reihe der trigonaloïden Krystalle angehören.

In den mir vorliegenden Tabellen sind nur sehr wenige ihnen nahestehende Krystalle aufgeführt. Unter den allgemein bekannten stehen hier die Krystalle der Calcitgruppe, und wird aus dem Weiteren ersichtlich, von wie großer Bedeutung diese Annäherung sich erwiesen hat.

Man hätte sagen können, daß die Untersuchungen der Quercitkrystalle sehr begünstigt sind, da dieselben von einer Reihe von Forschern beschrieben wurden<sup>1)</sup>. Desto sonderbarer erscheint es, daß meine Resultate in einigen wesentlichen Punkten von den Resultaten aller Vorläufer abweichen.

Der wesentlichste Punkt dieser Abweichungen ist der, daß ich die Krystalle triklin gefunden habe, obgleich pseudomonoklin<sup>2)</sup>, aber nicht echt monoklin, wie sämtliche vorige Forscher angegeben haben. Im weiteren Sinne kann man dieselben sogar als pseudohexagonale bezeichnen, aber dieses Resultat steht mit den früheren Forschungen nicht in directem Widerspruch, da früher vollständige Willkür in der Aufstellung allgemein anerkannt wurde.

Trotzdem schädigt dieser Umstand nicht im mindesten die Sicherheit der Krystallanalyse, da die letztere allein auf Winkelwerten beruht und

---

1) In Rammelsbergs Handbuch der krystallogr.-physik. Chemie 1882, Abt. II, S. 448 wird eine Privatmitteilung von Sénarmont erwähnt. Weiter werden die Krystalle von Hrn. W. Lewis in dieser Zeitschr. **2**, 490 beschrieben, dann in Compt. rendus **85**, 808 die mit den Sénarmontschen übereinstimmenden Resultate seitens des Herrn L. Prunier angegeben. Endlich wurden von Herrn Friedel wieder in Compt. rend. **104**, 719 neue Messungen vorgenommen und in dieser Zeitschr. **14**, 603 referiert.

2) Es muß bemerkt werden, daß weitaus die meisten triklinen Krystalle sich als pseudomonokline erweisen, wie dies schon in dem 4. Anhang zu meiner erwähnten Arbeit dargelegt wurde.

diese Werthe habe ich ganz nahe übereinstimmend mit denen der Herren Lewis und Prunier gefunden.

Zur Untersuchung habe ich drei Krystalle ausgewählt, und, wie erwähnt, dieselben als hexagonaloide, fast pseudohexagonale gefunden. Demgemäß muß die Aufstellung der früheren Autoren verändert werden, und zwar nach der Transformationsformel

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_1 + p_2 + p_3 : p_1 - p_2 + p_3 : -2p_3.$$

Also läßt sich folgende Vergleichungstabelle aufstellen:

Die angegebene Combination ist:

	H			D		
Indices	100	004	410	011	404	404
Anzahl der Flächen	1	1	2	2	1	7
Parameter	1	1	2	2	2	
	1	1	1	1	0,5	4,5

Berücksichtigt man noch, daß der Winkel  $(100) : (004) = 69^\circ$  und der Winkel  $(100) : (410) = 37^\circ$  angegeben worden sind, so erhält man für den Wahrscheinlichkeitswert der Aufstellung

$$W_1 = \frac{4,5}{5,5} \sin(69) \cos^2(16) [= 2 \times (45 - 37)].$$

Für die pseudohexagonale Aufstellung besteht:

H		D		C	
100 (110),	004 (101);	410 (100),	101 (011);	112 (004)	
2	1	1	2	1	
1	1	2	2	6	
2	1	0,5	1	0,17	4,67

Unter Berücksichtigung der neuen Fundamentalwinkel erhält man:

$$W = \frac{4,67}{5,5} \sin(89) \cos^2(11).$$

Die letzten Winkel werden aus dem Symbol des Complexes entnommen, welches für die neue Aufstellung ist:

$$3; +1 \begin{smallmatrix} 1 \\ 42 \\ -5 \end{smallmatrix}$$

Man sieht, wie bedeutend der Wahrscheinlichkeitswert für die neue Aufstellung zugenommen hat.

1) Ich erlaube mir in Erinnerung zu bringen, daß in diesem Symbol 3 bedeutet, daß der Krystall ein trigonaloider ist; +1 bedeutet, daß der Winkel  $(111) : (112)$  von dem rechten um  $1^\circ$  abweicht, und -5. unten, weist auf die Abweichung der Hälfte des Hauptprismenwinkels in bestimmter Richtung um  $5\frac{1}{2}^\circ$ , also  $(112) : (101) = 35\frac{1}{2}^\circ$  (anstatt des ideellen Wertes  $30^\circ$ ) hin.



Nun sind dies lauter Zahlen, welche den früheren Autoren entnommen sind. Meine Zahlen, wie erwähnt, stehen denselben ziemlich nahe, aber schon aus dem Umstande, daß meine Krystalle sich als triklin erwiesen, ersieht man klar, daß dieselben doch mit den früheren nicht übereinstimmen.

Aber bevor ich die Resultate meiner Messungen und Berechnungen darlege, muß ich die principielle Frage über die besten geometrischen Constanten erheben, um zu entscheiden, ob meine Daten mit denselben im Einklang stehen.

Ich habe viele Mühe und Sorge getragen, um das einfachste und vollkommenste Rechnungssystem zustande zu bringen.

Früher (1886), als die Universalmethode noch nicht in Gebrauch kam, habe ich das neue System der krystallographischen Berechnungen ausgearbeitet, welches auf die Projectivitätsgesetze der Krystalle basiert wurde und in der Zusammenstellung der für jeden Krystall besonderen Projectivitätsgleichungen seinen Ausdruck fand. Dieses System befolgte ich selbst und meine Schüler bis vor kurzem. Es scheint, daß dasselbe in meinem Vaterlande festen Boden gefaßt hat und ziemlich allgemein verbreitet ist. Wenigstens finde ich dasselbe in elementaren, nicht nur von mir und meinen Schülern, sondern auch von anderen in der Wissenschaft tätigen Collegen<sup>1)</sup> verfaßten Lehrbüchern. Im Auslande scheint dasselbe unbekannt geblieben zu sein, trotz ansehnlicher Vereinfachung der Rechnungsoperationen, welche dasselbe mit sich bringt.

Seitdem wir aber mit dem Universalgoniometer arbeiten, scheint diese Vereinfachung schon nicht mehr hinreichend. Die Grundarbeit der Krystallmessung verläuft jetzt so kurz im Vergleiche mit den Rechnungsoperationen, daß der Löwenanteil der Mühe gegenwärtig auf diese fällt.

Außer der Vereinfachung der graphischen Methoden, sogar solcher, bei welchen direct auf gewöhnlichem Papier die Genauigkeit von fast 2—3 Minuten erreicht wird (höchstens 5 Minuten)<sup>2)</sup>, habe ich endlich auch ein Rechnungssystem ausgearbeitet, bei welchem sogar für einen triklinen Krystall mit complicierten Combinationen sehr wenige Stunden erforderlich sind. Jede Form erhält ihre sphärischen Coordinaten mit beliebiger Genauigkeit (welche natürlich von der Meßoperation und specieell von den Eigenschaften des untersuchten Krystalles abhängig ist).

Für ein solches vollkommenes System der Krystallberechnungen kommt aber nicht allein Einfachheit und minimaler Zeitaufwand in Betracht, sondern noch ein sehr wichtiger Umstand: Die angegebenen Constanten

---

1) z. B. in dem in diesem Jahre erschienenen Lehrbuche von Hrn. G. Wulff.

2) Davon wird in der Arbeit »Die Wichtigkeit der Anwendung des stereographischen Lineals« berichtet.

und die berechneten Coordinatenwinkel dürfen sich nicht in directem Widerspruch befinden, oder wenigstens muß der letztere mit Hilfe einer einfachsten Operation und minimalen Zeitaufwandes aufgedeckt werden.

Nachdem ich jetzt das gesamte Feld der Krystallbeobachtung und Berechnung übersehen habe, fand ich, daß in einer sehr großen Anzahl der erschienenen Krystallbeschreibungen dies nicht der Fall ist. Ich hätte hunderte von Beispielen anführen können, in welchen die berechneten Werte von den richtigen so weit abweichen, daß dies sogar durch gröbere graphische Operationen zum Vorschein kommt, oder, was noch schlimmer ist, daß sie zwingen, die Indices zu verändern, oder, was am schlimmsten ist, die Ausführung des Diagramms sehr problematisch oder sogar ganz unmöglich machen.

Und solche Selbstwidersprüche sind nicht nur unter Anfängern oder weniger bekannten Gelehrten, sondern sogar unter berühmten und berühmtesten zu treffen. Einzelne Beispiele dieser Art sind in meiner demnächst erscheinenden Arbeit »Extreme Vereinfachung der zonalen Rechnungen...« angegeben. Alle solche Fehler zu sammeln wäre eine kolossale Arbeit, welche für längere Zeit andere, mehr productive Arbeiten unmöglich gemacht hätte.

Jedenfalls erwies sich aus dieser meiner allgemeinen Übersicht, daß sich auf die angegebenen Constanten als auf die genauen Daten zu verlassen eine Illusion wäre. Bei jetziger Lage hätte man sich in den meisten Fällen nur mit Annäherungszahlen zu begnügen.

Ich habe für meine allgemeinen Diagramme solche Zahlen mit einer Genauigkeit von Halbgraden angenommen, aber bin ganz sicher, daß in sehr vielen Fällen sogar diese Annäherung nicht zutreffend ist, und daß in der Wirklichkeit Fälle vorkommen werden, wo die Abweichung vielleicht einen ganzen oder sogar zwei Grade übertrifft.

Glücklicherweise schadet dieser Umstand dem Zwecke der Krystallanalyse nur sehr wenig, da einerseits das Feld für die Complexörter zu kolossal ist, andererseits außer diesen Örtern bei der Ausführung der Bestimmung noch andere Momente mit in Betracht kommen, und drittens die Krystalle mehr oder weniger gleichmäßig verteilt sind (mit besonderer Anhäufung bei den Punkten der isotropen Complexe), so daß fast allein die kubischen und pseudokubischen Krystalle sich für diese Analyse als nicht geeignete erweisen.

Dem vollkommenen System der Krystallberechnungen wird also noch eine zweite Hauptforderung gestellt: die Beseitigung der Selbstwidersprüche in der Angabe der Constanten und der Coordinaten.

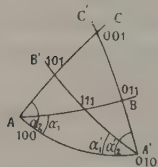
Ich hoffe diesen beiden Hauptforderungen Genüge zu leisten in dem vorgeschlagenen System, dessen systematische Darlegung in der Arbeit

»Extreme Vereinfachung der zonalen Berechnungen und der krystallographischen Berechnungen überhaupt« enthalten ist, welche ich der k. Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg vorgelegt habe. Hier werden auch die fehlerhaften Berechnungen angeführt, welche von den berühmtesten Gelehrten und dabei bei wiederholten Untersuchungen und Berechnungen einer und derselben Substanz ausgeführt wurden.

Für die Anwendung des neuen Systems ist aber der Gebrauch der richtigen Symbole unentbehrlich, da sonst dasselbe nicht so außerordentlich einfach erscheint, und da es auf den in neuester Zeit festgestellten Gesetzen beruht — den Gesetzen der Complication und der Annäherung an bestimmte ideelle Typen der Krystalle.

Dasselbe besteht wesentlich darin, daß man sphärische bipolare Coordinaten anwendet. Die beiden Pole (manchmal ist es ratsam, auch den dritten beizufügen; dies ist nämlich für die hexagonaloiden Krystalle der Fall) sind unter den wichtigsten Complexflächen auszuwählen und zwar solchen, welche der besonderen Zone angehören (und diese besondere Zone wird, wie gebräuchlich, in verticaler Lage dargestellt). Berücksichtigt man alle mögliche Zonen, in welchen diese beiden ausgewählten Flächen als für die Zonen gemeinsame auftreten, so erhält man eine Reihe Zonenwinkel, und jedem solchen Winkel werden alle Flächen zugeordnet, welche der betreffenden Zone angehören.

Fig. 4.



Nehmen wir, im allgemeinsten Falle der triklinen Syngonie, für diese Pole die Flächen (100) und (010) (Fig. 4), so erhalten wir zwei Zonenreihen: 1)  $AA'$ ,  $AB$ ,  $AC$  .... 2)  $A'A$ ,  $A'B'$ ,  $A'C'$  .... Als Fundamentalwinkel werden folgende fünf Winkel angenommen: 1)  $AA'$ , 2)  $A'AB = \alpha_1$ , 3)  $A'AC = \alpha_2$ , 4)  $AA'B' = \alpha_1'$ , 5)  $AA'C' = \alpha_2'$ . Sind solche Winkel bekannt, so ist es leicht, die übrigen Coordinatenwinkel nach der einfachsten Zonalformel

$$2 \cotg \alpha_i = \cotg \alpha_k + \cotg \alpha_l$$

zu berechnen, und für diese Berechnung braucht man sogar keine Logarithmentabellen, sondern nur die Tabelle der natürlichen trigonometrischen Größen.

Diese Formel drückt aber, wie bekannt, die harmonischen Eigenschaften des Krystallcomplexes (im strengen Sinne dieses Wortes, wie dasselbe von den Mathematikern definiert wird) aus. Jede solche Berechnung läßt sich in wenigen Minuten ausführen mit solcher Leichtigkeit, daß psychische Fehler höchst unwahrscheinlich erscheinen. Mit eben solcher Leichtigkeit lassen sich natürlich die früher gegebenen Zahlen verificieren, wenn die fundamentalen Winkel vorhanden sind.

Allein für die besondere Zone  $AA'$  wird eine specielle Berechnung erforderlich, und die bezüglichen Formeln sind in der erwähnten Arbeit auf-



Für die Untersuchung habe ich drei Krystalle ausgewählt, von welchen besonders zwei wunderschön ausgebildet waren. Trotzdem sind die Beobachtungen nicht von besonderer Genauigkeit, da die meisten Flächen (besonders  $(0\bar{1}1)$ ,  $(\bar{1}01)$ , auch  $(100)$  und  $(010)$ ) anstatt einheitlichen Reflex eine Ellipse geben, deren Axe um mehr als einen ganzen Grad ausgedehnt ist; hier beobachtet man genau dasselbe, wie am Danburit und sehr vielen anderen Krystallen. Die richtige Lage der Fläche liegt annäherungsweise im Centrum dieser Ellipse. Natürlich kann solche Bestimmung nicht auf sehr große Genauigkeit Anspruch machen, so daß ich mich veranlaßt sah, im Mittel mich mit einer Genauigkeit von 5 Minuten zu begnügen, und diese mittleren Zahlen sind direct aus dem Diagramm abzunehmen. Dabei erwies sich, daß der Winkel  $(1\bar{1}0) : (\bar{1}\bar{1}2)$  nicht  $90^\circ 0'$  sondern sehr nahe der Größe  $89^\circ 0'$  steht, welche Größe als die Mittelzahl aus den beiden besten Bestimmungen herausgenommen wurde.

Daraus folgt aber, daß der Krystall nicht monoklin sein kann, sondern triklin ist, wie dies weiter durch Beobachtungen anderer Art bestätigt wurde.

Die Krystalle weisen folgende Formenentwicklung auf:

	<i>H</i>	<i>D</i>	<i>C</i>
1) (groß und schön ausgebildet):	$100, 010, 001$	$1\bar{1}0, 0\bar{1}1, \bar{1}01$	$\bar{1}\bar{1}2$
2) (groß und schlechter ausgebildet):	$100, 010, 001$	$1\bar{1}0, 0\bar{1}1, \bar{1}01$	
3) (kleiner und schön ausgebildet) ausgezeichnet durchsichtig:	$100, 010, 001$	$0\bar{1}1, \bar{1}01$	$\bar{1}\bar{1}21$

Der Habitus der Krystalle ist entschieden ein gleichmäßig körniger mit besonders kleiner Entwicklung der verticalen Zone (also dominieren die Flächen *H*).

Ausgezeichnete Spaltbarkeit nach  $(001)$  wurde schon früher constatirt. Ich fand aber noch eine sehr gute Spaltbarkeit, konnte aber nicht unterscheiden, ob dieselbe  $(100)$  oder  $(010)$  angehört. Allerdings betont diese Beobachtung die triklinie Syngonie.

Für die optische Untersuchung benutzte ich eine mikroskopische Spaltungs lamelle nach  $(001)$ .

Es erwies sich, daß die Doppelbrechung schwach ist; der Krystall ist optisch positiv mit dem Axenwinkel  $+36^\circ$ . Eine Axe, wir wollen dieselbe durch  $A_1$  bezeichnen, zeichnet sich durch sehr starke Dispersion, die andere  $A_2$  durch mittlere bis schwache aus. Jedenfalls ist der Unterschied zwischen beiden sehr groß. Die letztere steht ungefähr normal zur Spaltfläche (Abweichung ca.  $30^\circ$ ) und bildet mit der anderen sehr guten Spaltfläche (welche unter dem Mikroskop mit großen klaffenden Ebenen aus-

4) Außerdem wurde an einem Krystalle, nur auf Schimmer einstellbar, eine sehr kleine Fläche bemerkt, welche, der Lage nach, sehr nahe der Form  $(\bar{2}11)$  kommt. Die Abweichung etwa um  $2\frac{1}{2}^\circ$  kann man aber als in der Fehlergrenze betrachten.



gebildet ist und sehr scharf aufgestellt werden kann) ca.  $62\frac{1}{2}^{\circ}$  (ich meine natürlich Normalenwinkel).

Dank der ausgezeichneten Durchsichtigkeit des kleinen Krystalles (etwa 4 mm Durchmesser) konnte ich auch andere Beobachtungen anstellen. Legt man den Krystall auf die Fläche (001) (Fig. 3), so sieht man keine optische Auslöschung, was sonst zu erwarten war (diese Operation war

Fig. 3.

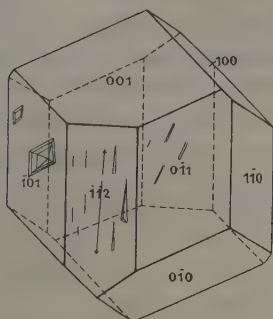


Fig. 4.



infolge relativer Kleinheit dieser Fläche im Vergleich mit (100) und (010) mit großer Schwierigkeit verbunden). Unter Anwendung der Bertrand'schen Linse sieht man Dispersion, welche in der Fig. 4 besonders aufgezeichnet ist.

Aus dieser Figur ist ersichtlich, daß der Krystall entschieden triklin ist, da ein Dispersionswinkel vorhanden ist. Natürlich konnte ich bei der Anwendung so kleiner Flächen diesen Winkel nicht ausmessen. Jedenfalls ist das vollständige Dispersionssymbol, wie dasselbe in der Arbeit »Dispersionsarten und ihre Bestimmung« erklärt wurde, das folgende:

$$+ \alpha \ 36^{\circ} \ \beta,$$

wo  $\beta$  ein sehr kleiner, der Null nahe stehender, und  $\alpha$  ein sehr großer, der Größe  $\pi$  sehr nahe stehender Winkel ist. Gerade bei dieser Beobachtung konnte mit großer Schärfe der  $3^{\circ}$  nahe stehende Winkel zwischen der Axe  $A_2$  und der Normale zur Fläche (001) bestimmt werden (die Weite der Lemniscaten bei der Dicke von etwa 4 mm weist mit großer Deutlichkeit auf schwache Doppelbrechung hin).

Legt man den Krystall auf andere Flächen, so beobachtet man mit ausgezeichneter Schärfe die Auslöschung. Am wichtigsten war dies in bezug auf die Fläche ( $\bar{1}\bar{1}2$ ) auszuführen. Man beobachtet den genau  $3^{\circ}$  messenden Auslöschungswinkel in der Richtung, welche an der Fig. 3 durch den Pfeil angezeigt ist. Dies spricht entschieden nochmals für die triklone Syngonie des Krystalles.

Um aber den Schluß noch mehr zu verstärken, habe ich auf derselben Fläche unter dem Mikroskop die Ätzfiguren hervorgerufen.

Dies geschah durch leichtes und mehrfaches Berühren der Fläche mit etwas befeuchtetem Filtrierpapier. Es war sehr interessant, so zu sagen die vollständige Entwicklungsgeschichte der Ätzfiguren zu beobachten.

Zuerst erschienen sehr kleine, der Kante  $\begin{vmatrix} \overline{11}2 \\ 0\overline{1}1 \end{vmatrix}$  streng parallele und sehr feine gerade Striche; bei weiterem Befeuchten ersah man, daß das untere Ende der Striche dicker wurde unter gleichzeitiger Verlängerung derselben, wie es scheint, in der Richtung nach unten. Noch weiter erschienen sehr spitze Dreiecke mit unten schief gestellter gerader Abgrenzung. Zuletzt erschienen formell und sehr gut ausgebildete pyramidale Ätzgrübchen, wobei eine Kante stets parallel der Kante  $\begin{vmatrix} \overline{11}2 \\ 0\overline{1}1 \end{vmatrix}$  verblieb, während das untere Ende durch eine sehr steile Ebene abgegrenzt wurde. Alles dies ist von mir schematisch in der Fig. 3 reproduciert.

Es muß bemerkt werden, daß die Ätzgrübchen so dargestellt sind, wie sie im Mikroskope erscheinen, also in umgekehrter Lage.

Ausgezeichnete Ätzhügel bildeten sich auf der nächsten Fläche ( $\overline{1}01$ ). Zwei Typen solcher sind in der Figur gezeichnet.

Im Gegensatz dazu entstanden auf der anderen nächsten Fläche ( $0\overline{1}1$ ) derselben Zone einfache lineare Ätzgrübchen, welche sehr schief zur Zonenkante orientiert waren. Alle sind in umgekehrter Lage dargestellt, d. h. so, wie sie bei horizontaler Lage der bezüglichen Flächen im Mikroskope gesehen werden (in der Tat habe ich nur an dem Universaltischchen gedreht, bis diese Horizontalität zu Stande kam).

Somit sieht man wieder, daß der Krystall keinesfalls monoklin, sondern entschieden triklin ist. Aber in jeder Hinsicht ist derselbe als pseudomonoklin zu bezeichnen.

Nun kehren wir wieder zu den geometrischen Eigenschaften des Krystalles zurück.

Nach den jetzt angegebenen Resultaten der Krystallmessung ist leicht das Symbol des Complexes als

$$\begin{array}{r} 3; + 4. 4 \\ 42 ; ? \\ -5. \end{array}$$

herzustellen. Da ich aber in dem allgemeinen Diagramm der Krystalle in erster Linie nur zwei Zahlen  $\begin{array}{c} 42 \\ -5. \end{array}$  in Rücksicht ziehe, so findet man leicht, daß meine Beobachtungen nicht im mindesten die Lage dieses Krystalles zwischen den anderen umgestellt haben. Wie schon erwähnt, steht derselbe

unter den allgemein bekannten dem Calcit sehr nahe, da für den letzteren das Symbol  $\frac{3}{44}$  besteht.

Beide, obgleich hexagonaloïde, gehören dem kubischen Typus an, d. h. beide sind trigonaloïde. Jeder Krystall dieses Typus muß aber eine der drei Hauptstructuren besitzen: die hexaëdrische, die oktaëdrische oder endlich die dodekaëdrische.

Nun habe ich bemerkt, daß unter den trigonaloïden Krystallen besonders prävalierend die oktaëdrische Structur vertreten ist. Als ausgezeichnete Beispiele habe ich neuerdings<sup>1)</sup> auf das des Titanits, des Neptunit und schon lange vorher auf die Feldspäte hingewiesen.

Bis vor kurzem habe ich die Krystallisation des Calcit keiner eingehenden Kritik unterworfen, da die Analogie seiner ausgezeichneten Spaltbarkeit nach {100} mit derjenigen des Steinsalzes stets auch die Idee inspirierte, daß auch in structureller Hinsicht vollständige Analogie herrscht, wie dies schon Bergmann im 18. Jahrhundert hervorhob.

Aber einige Züge des Calcitantlitzes erregten mehrere Male meinen Zweifel, ob dies wirklich der Fall ist. Die Sache schien aber sehr schwer zu entscheiden, da von dem Calcit eine kolossale Anzahl von Formen beschrieben wurde, und zugleich stets undeutlicher wurde, welche Formen eigentlich die wichtigsten Structurformen sind.

Aber schon in dem »Cursus der Krystallographie« wurde hervorgehoben, daß für die wichtigsten Structurformen stets solche anzunehmen sind, welche nicht nur in fast allen Individuen einer Species, sondern auch in allen isomorphen Species vorkommen.

In dieser Hinsicht steht die Bestimmung des Calcit in günstiger Lage, da eine Reihe ihm isomorpher Krystalle gut bekannt ist. Die Gründe für die Structurbestimmung sind aber eingehend in dem III. Teil der Theorie der Krystallstructur aufgeführt, auf welchen ich jetzt mir zu verweisen erlaube.

Wählen wir diejenigen Formen heraus, welche wenigstens in vier isomorphen Gliedern der Calcitgruppe durch Beobachtung constatiert wurden, so erhalten wir die auf S. 466 folgende Tabelle, welche schon in dem erwähnten »Cursus« gegeben wurde.

1) In einer speciellen Arbeit über Lansfordit, Disthen, Neptunit und Titanit, welche ebenfalls der k. mineralog. Gesellschaft zu St. Petersburg eingereicht wurde. Diese Arbeit soll zugleich die Anwendung des neuen Systems der Krystallberechnung demonstrieren.

	<i>q</i>	<i>p</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>M</i>	<i>Si</i>	<i>R</i>	<i>Sm</i> <sup>1)</sup>	<i>q'</i>	Flächenanzahl:	
<i>H</i>	100	1121	<i>O</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	011	<i>D</i>	3
<i>D</i>	110	0011	<i>H</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	110	<i>D</i>	3
—	011	2121	<i>C</i>	<i>δ</i>	<i>δ</i>	—	<i>δ</i>	<i>δ</i>	211	<i>C</i>	3
<i>O</i>	111	1000	<i>H</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	111	<i>O</i>	1
—	111	1212	<i>B</i>	<i>φ</i>	<i>φ</i>	<i>φ</i>	<i>φ</i>	<i>φ</i>	100	<i>H</i>	3
<i>A</i>	210	1154	<i>Aay</i>	<i>K</i>	<i>K</i>	<i>K</i>	<i>K</i>	<i>K</i>	121	<i>C</i>	6
<i>C</i>	211	0121	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	—	211	<i>C</i>	3

Das sind also Formen, welchen die wichtigste Rolle in der Krystallstructur zukommt. Diese Tabelle diene mir zum Beweise, daß der Calcit nicht dem hypohexagonalen, sondern dem kubischen Typus zugehört. Jetzt glaube ich dieselbe verwerten zu können zum Beweise, daß demselben nicht die hexaëdrische, sondern die oktaëdrische Hauptstructurart zukommt.

Zu diesem Zwecke habe ich die Transformation der Indices nach der Formel  $q_1': q_2': q_3' = q_2 + q_3 : q_1 + q_3 : q_1 + q_2$ <sup>2)</sup> ausgeführt und die neuen Indices hinzugefügt.

Nun wollen wir alle drei mögliche Annahmen über die Hauptstructurart der Prüfung unterziehen.

Unter der Annahme der hexaëdrischen Structur läßt sich die Tabelle zusammenfassen:

Flächenzahl	3	3	3	4	3	6	3	22	
Indices	100	110	011	111	111	210	211		
Parameter	1	2	2	3	3	5	6		
Aufstellungswert	3	1,5	1,5	0,33	1	1,2	0,5	also	$\frac{9,03}{9,12}$ ;

für die oktaëdrische Structurart in neuer Aufstellung:

Indices	011	110	211	111	100	121	211	
Structurparameter	0,5	0,5	1,5	3	1	1,5	1,5	
Aufstellungswert	6	6	2	0,33	3	4	2	also $\frac{23,33}{23,33} = 1$ .

Die dritte Annahme erscheint schon überflüssig, da für die oktaëdrische Structurart die Wahrscheinlichkeit gleich 1 erhalten wurde, also vollständige Sicherheit besteht, welche durch keine andere Aufstellung darstellbar werden kann.

Somit kann man sagen, daß die oktaëdrische Structur für den Calcit mit voller Sicherheit (insofern die angenommene Combination wirklich diejenige der wichtigsten Structurflächen ist) bewiesen ist.

1) *C* = Calcit, *D* = Dolomit, *M* = Magnesit, *Si* = Siderit, *R* = Rhodochrosit, *Sm* = Smithsonit.

2) Der Anschaulichkeit wegen ziehe ich für mich selbst vor, diesen Gleichungen die Form einer Determinante, also  $\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}$ , zu geben.

Daraus entstehen aber eine Reihe von Folgerungen, welche unsere Vorstellungen über die Krystallisation des Calcits wesentlich ändern:

1. Die alten Indices, sogar diejenigen des kubischen Typus, müssen nach der angegebenen Formel verändert werden. Die Indices  $\{100\}$  erhält das erste spitzere Rhomboëder, welches früher durch  $\{\bar{1}11\}$  (resp.  $1242$ ) bezeichnet wurde.

2. Auch ändert sich wesentlich das Symbol des Complexes. Jetzt ist dasselbe  $\frac{3}{63}$  (anstatt  $\frac{3}{44}$ ).

3. Demgemäß reiht sich jetzt das Mineral nicht den geometrisch negativen, sondern den geometrisch positiven Gliedern an.

4. Als die allerwichtigsten Structurformen sind jetzt  $\{110\}$  und  $\{1\bar{1}0\}$  anzunehmen, was einfacher durch ein einziges Symbol  $\{110\}^{(1)}$  darstellbar ist, welches einfach als Dodekaëd bezeichnet werden kann.

5. Den Formen  $\}100\{$  und  $\}211\{$  kommt sehr ähnliche structurelle Bedeutung zu, da die respectiven structurellen Parameter jetzt 4 und 4,5 sind.

6. Auf Grund des zweiten Complicationsgesetzes, nach welchem in einem positiven Krystalle vorzugsweise die negativen Formen sich entwickeln, wäre zu erwarten, daß besonders oft die Form  $\{111\}$  zur Entwicklung käme. Dies ist aber nicht der Fall, da derselben der viel höhere Parameter 3 zukommt. Aus demselben Grunde ist verständlich, daß die Form  $\{1\bar{1}0\}$  wesentlich schwächer vertreten ist, als die Form  $\{110\}$ , welche zweifellos als die dominierende Form I. Ranges auftritt und gerade die ausgezeichnete Spaltbarkeit aufweist.

Überhaupt ist sehr leicht die relative reticuläre Dichtigkeit für die wichtigsten Structurflächen zu berechnen.

Bezeichnen wir den Normalenwinkel einer Form mit der Hauptaxe durch  $\varrho$  und den zugeordneten Winkel für dieselbe Form (d. h. welche dieselben Indices besitzt) im isotropen Complex durch  $r$ , den Parameter durch  $R$ , so erhalten wir als Ausdruck des Quadrates der relativen reticulären Dichtigkeit:

$$D^2 = \frac{1}{P} \cdot \frac{\cos^2(\varrho)}{\cos^2(r)}.$$

Dieser Ausdruck wird unbestimmt für die Flächen der besonderen (verticalen) Zone, da für dieselben  $\varrho = \frac{\pi}{2}$  und  $r = \frac{\pi}{2}$ . Für diesen Fall ist als zweiter Factor das inverse Quadrat des Dilatationscoëfficienten  $d$  zu

1) Ein solches Symbol habe ich in meinen letzten Arbeiten vorgeschlagen und zur Anwendung gebracht. In demselben werden alle Formen vereinigt, deren Indices sich nur durch Permutationen und Vorzeichen unterscheiden.



nehmen, und dieses ist die constante GröÙe  $\frac{\tan(\varrho)}{\tan(r)}$  für alle zugeordneten Werte von  $\varrho$  und  $r$  (und zwar = 0,524).

Nun haben wir für die wichtigsten Flächen des Calcits:

Indices	110	1 $\bar{1}$ 0	211	111	100	121	211
Parameter	0,5	0,5	1,5	3	1	1,5	1,5
$\varrho$	44.0	90°	26.0	0°	63°	69°	90°
$r$	35°	90°	19°	0°	55°	62°	90°

$$\text{Also } D^2 = 1,000 \quad 0,806 \quad 0,465 \quad 0,325 \quad 0,611 \quad 0,301 \quad 0,269$$

wenn man alle Zahlen überhaupt durch die erste dividiert, um für {110} die Einheit zu erhalten. Die Anordnung der Formenwichtigkeit im Complexe, wie dieselbe von der Theorie der Krystallstructur vorausgesehen wird, ist also: 1) {110}, 2) {1 $\bar{1}$ 0}, 3) {100}, 4) {211}, 5) {111}, 6) {121} und 7) {211}. Natürlich ist besonders für {110} die ausgezeichnete Spaltung zu erwarten, was übrigens allgemein bekannte Tatsache ist.

Ich glaube, daß in allen diesen Folgerungen ganz genügende Übereinstimmung mit den gut bekannten Tatsachen besteht, und somit ist auch die neue Aufstellung allseitig bestätigt.

Was speciell den Quercit betrifft, so steht derselbe dem Calcit so nahe, daß die Folgerungen auch auf denselben übertragen werden müssen. Die Annäherung läßt sich constatieren: 1) in Winkelgrößen, 2) im Antlitz und der Formenentwicklung, endlich 3) in so speciellen Eigenschaften wie die Spaltbarkeit. Der große Unterschied in den optischen Eigenschaften kann schwerlich in Betracht gezogen werden, da bis jetzt keine genügende Kenntnis über den Zusammenhang der complexialen und der optischen Eigenschaften vorhanden ist.

Nun wollen wir auch diese Substanz der Prüfung über die Zugehörigkeit zur oktaëdrischen Hauptstructurart unterziehen. Unter Annahme der hexaëdrischen Structur haben wir für den Aufstellungswert die Zahl  $\frac{4,5}{5,5}$  erhalten, dabei aber das Vorhandensein der Fläche (1 $\bar{1}$ 0) vernachlässigt, da dieselbe jetzt als eine neue auftritt.

Um ganz umständlich zu verfahren, wollen wir bei dieser Rechnung auch die Zahl der zur Beobachtung gelangten Formen, jede einzeln genommen, mit in Rücksicht nehmen.

Da erhalten wir folgende Tabelle:

Unter Annahme der hexaëdrischen Structur

die Formen	100	010	001	1 $\bar{1}$ 0	0 $\bar{1}$ 1	101	1 $\bar{1}$ 2	Summe:	Formen- zahl:	Ideeller Aufst.-Wert:
I. Krystall	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,17	4,67	7	5,0
II. Krystall	1	1	1	0,5	0,5	0,5	—	4,5	6	4,5
III. Krystall	1	1	1	—	0,5	0,5	0,17	4,17	6	4,5
								13,34		14,0

Unter Annahme der oktaëdrischen Structur

die Formen	011	101	011	$\bar{1}10$	01 $\bar{1}$	10 $\bar{1}$	11 $\bar{2}$			
I. Krystall	2	2	2	2	2	2	0,66	12,66	7	13,0
II. Krystall	2	2	2	2	2	2	—	12,0	6	12,0
III. Krystall	2	2	2	—	2	2	0,66	11,66	6	12,0
								36,32		37,0

Für die beiden Aufstellungen haben wir einen so geringen Unterschied in dem Aufstellungswerte erhalten wie  $\frac{13,34}{14,0}$  und  $\frac{36,32}{37,0}$ , allerdings zugunsten der zweiten Aufstellung.

Natürlich bleibt man bei solcher Lage in Zweifel, da der Unterschied zu gering ist, um daraus den endgültigen Schluß zu ziehen.

In solchen Fällen bleibt den physikalischen Eigenschaften die entscheidende Antwort zu überlassen, und nun haben wir gesehen, daß in dieser Hinsicht Quercit keineswegs als ein negativer Krystall anzusehen ist, und daß überhaupt derselbe ungewöhnlich nahe dem Calcit steht. Die letzte Aufstellung ist in dem Diagramm Fig. 2 durch das große Dreieck der gnomonischen Projection und durch die Symbole (100), (010), (001) in Klammern angedeutet.

Demgemäß ersetzte ich das für ihn gegebene Symbol des Complexes durch:

$$\begin{array}{c} 3; -4 \quad 4 \\ 64; ? \\ -5 \end{array}$$

Was aber die chemische Krystallanalyse anbetrifft, so ist in solchen Fällen nach zwei Methoden zu verfahren: entweder 1) auf dem allgemeinen Diagramm die beiden Complexialsymbole zu berücksichtigen, oder 2) was mir einfacher scheint, die beiden Symbole aufzustellen und für beide auf dem allgemeinen Diagramm ihren richtigen Platz aufzusuchen.

## XXIV. Über bromsaures Silber ( $\text{AgBrO}_3$ ).

Von

C. Viola in Rom.

(Mit 7 Textfiguren.)

Die Constanten, welche dem bromsauren Silber angehören, sind folgendermaßen zusammengefaßt: Tetragonal, bipyramidal-tetragonale Symmetrie.

$$a : c = 1 : 0,94077 \pm 0,00006.$$

Spec. Gew. = 5,404; Spaltbarkeit  $\parallel [001]$  (?). Optisch positiv.

Brechung:	$\omega$	$\varepsilon$	$\varepsilon - \omega$
Äußerstes Rot	1,8366	1,9085	0,0719
Gelb	1,8466	1,9200	0,0734
Grün	1,8600	1,9405	0,0805
Äußerstes Violett	1,8844	1,9657	0,0846

Die Hauptwinkel, welche sich aus den Beobachtungen ergeben, sind folgende:

	Marignac <sup>1)</sup> :
$(001) : (101) = 43^\circ 15' 7'' \pm 0' 36''$	$43^\circ 19'$
$(001) : (211) = 64^\circ 34' 30'' \pm 0' 28''$	$64^\circ 37'$

Andere wichtige berechnete Winkel sind:

$(101) : (011) = 57^\circ 57' 44''$	$58^\circ 2'$
$(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 68^\circ 50' 18''$	$68^\circ 52'$
$(111) : (001) = 53^\circ 4' 14''$	$53^\circ 8'$
$(211) : (2\bar{1}\bar{1}) = 47^\circ 38' 40''$	$47^\circ 40'$
$(211) : (121) = 33^\circ 11' 22''$	$33^\circ 12'$
$(101) : (110) = 64^\circ 4' 9''$	$69^\circ 59'$
$(211) : (110) = 34^\circ 2' 27''$	$34^\circ 0'$

1) C. F. Rammelsberg, Handbuch der krystall.-phys. Chemie, I. Abt. Leipzig 1884, S. 324. — Ch. de Marignac, Krystall. Bestimm. 450.







Kr. Nr. 6, II. Habitus,  $\varrho_0 = 43^\circ 45' 9'' \pm 2' 47''$   
 - - 7, - 43 46 0  $\pm$  0

Es wäre offenbar nicht gerechtfertigt, von diesen Winkeln das arithmetische Mittel zu nehmen und als solches für die Bestimmung der Constanten zu verwenden, da die Form {211} ein reichliches Material liefert.

In der folgenden Tabelle sind die Polarwinkel der Flächen {211} aufgeschrieben und die entsprechenden Polarwinkel der Flächen {101}, wenn diese aus {211}, das Gesetz der Rationalität zugrunde gelegt, gewonnen werden.

Kr. Nr. 1, I. Habitus,	$\varrho_1 = 64^\circ 35' 35'' \pm 4' 40''$ ;	$\varrho'_0 = 43^\circ 46' 30'' \pm 6' 3''$
- - 1,	- 64 33 40 $\pm$ 2 48	43 43 23 $\pm$ 3 37
- - 2,	- 64 33 46 $\pm$ 2 30	43 43 33 $\pm$ 3 43
- - 2,	- 64 34 27 $\pm$ 2 39	43 44 57 $\pm$ 3 34
- - 3,	- 64 35 9 $\pm$ 4 34	43 45 57 $\pm$ 5 50
- - 3,	- 64 35 0 $\pm$ 4 36	43 45 46 $\pm$ 2 4
- - 4,	- 64 34 7 $\pm$ 0 47	43 44 37 $\pm$ 4 4
- - 4,	- 64 33 42 $\pm$ 2 9	43 44 5 $\pm$ 2 34
- - 5, II. Habitus,	64 33 25 $\pm$ 2 46	43 43 42 $\pm$ 2 55
- - 6,	- 64 36 40 $\pm$ 0 34	43 47 54 $\pm$ 0 46
- - 7,	- 64 35 43 $\pm$ 2 44	43 46 3 $\pm$ 2 53

Wir sehen aus diesem Resultate, daß kein Winkel demjenigen von Marignac gleichkommt. Einige Krystalle des II. Habitus scheinen sich jedoch den Angaben Marignacs zu nähern.

Indem wir das arithmetische Mittel nehmen aus den von der Form {211} sich ergebenden Winkeln  $\varrho'_0$  und aus den von {100} beobachteten Winkeln  $\varrho_0$  mit Rücksicht auf den mittleren Fehler, so erhalten wir das in der folgenden Tabelle zusammengestellte Resultat; dabei erscheint auch der mittlere Fehler  $m$ , sein Quadrat und der reciproke Wert desselben  $p$ , der als Gewicht des Resultates in Rechnung kommt. Mit Hilfe des Gewichtes ist endlich das gesamte arithmetische Mittel berechnet worden, und durch dasselbe auch die Differenzen  $\Delta$  und  $p\Delta^2$ , welche zur Controlle der Tabelle beigesetzt sind.

	$\varrho^m$	$m$	$m^2$	$p = \frac{1}{m^2}$	$\Delta$	$p\Delta^2$
Kr. Nr. 1, I. Habitus,	$43^{\circ} 42' 43'' \pm 4' 51''$	22,52	0,04	+2' 24"	0,23	
- - 1,	43 43 24 $\pm$ 3 49	10,96	0,09	+4 46	0,28	
- - 2,	43 44 49 $\pm$ 2 30	6,25	0,16	+0 48	0,10	
- - 2,	43 44 38 $\pm$ 2 32	6,40	0,16	+0 29	0,04	
- - 3,	43 46 27 $\pm$ 2 6	4,44	0,23	-1 20	0,44	
- - 3,	43 43 4 $\pm$ 4 26	19,62	0,05	+2 6	0,32	
- - 4,	43 44 43 $\pm$ 4 44	1,39	0,72	+0 24	0,26	

	$\varrho^m$	$m$	$m^2$	$p = \frac{1}{m^2}$	$\Delta$	$p \Delta^2$
Kr. Nr. 4, I. Habitus,	$43^\circ 14' 23'' \pm 2' 33''$		6,50	0,15	$+0' 44''$	0,07
- - 5, II. Habitus,	$43 \ 14 \ 8 \pm 2 \ 22$		5,62	0,18	$+0 \ 59$	0,17
- - 6,	$43 \ 17 \ 42 \pm 2 \ 2$		4,12	0,24	$-2 \ 35$	1,60
- - 7,	$43 \ 16 \ 0 \pm 2 \ 2$		4,12	0,24	$-0 \ 53$	0,18
$n-4=10$			$\Sigma p = 2,26$		$\Sigma p \Delta^2 = 3,56$	

Aus diesen mittleren Winkeln geht zuerst das arithmetische Mittel hervor, nämlich:

$$\varrho = \frac{\Sigma p \varrho^m}{\Sigma p} = 43^\circ 15' 7''.$$

Zweitens aus:

$$c = a \tan \varrho, \quad a = 1$$

erhalten wir die Constante

$$c = 0,94077.$$

Der mittlere Fehler von  $\varrho$  ergibt sich aus:

$$M = \pm \sqrt{\frac{\Sigma p \Delta^2}{n-4}} = \pm \sqrt{\frac{3,56}{10}} = \pm 0,60' = \pm 36''.$$

Ferner berechnet sich der mittlere Fehler von  $c$  aus:

$$\frac{36''}{4296000''} \cdot \frac{1}{\cos^2 \varrho} = 0,00006.$$

Das Endresultat ist also folgendes:

$$\begin{aligned} \varrho &= 004 : 404 = 43^\circ 15' 7'' \pm 36'' \\ a : c &= 1 : 0,94077 \pm 0,00006. \end{aligned}$$

Wir haben also das Ergebnis, daß der mittlere Fehler von  $c$  in der fünften Decimalstelle liegt, und daß daher die Constante von Marignac als unrichtig zu betrachten ist.

Was die Spaltbarkeit anbelangt, so habe ich die kleinen Kryställchen (II. Habitus) zwischen zwei parallele Gläschen gelegt, bald mit {001}, bald mit {110} aufliegend. Nachdem die Gläser zusammengedrückt worden waren, ergaben sich Splitterchen, welche durchweg parallel der Zone [001] waren, da sie nach der Längsrichtung gerade auslöschten. Das darf als Beweis gelten, daß eine Spaltbarkeit nach [001] vorhanden ist; freilich bleibt es unbestimmt, ob das Spaltungsprisma {100} oder {110} sei.

Um die Symmetrie der Krystalle zu bestimmen, habe ich versucht dieselben mit Wasser zu ätzen. Da sie aber zu klein sind, und das Ätzmittel zu stark, so sind die Versuche gescheitert. Andere Ätzmittel erwiesen sich auch nicht brauchbar. Dagegen tragen die Flächen des Prismas {110} bei den Krystallen des II. Habitus ziemlich deutliche natürliche Ätz-

figuren, die die entsprechenden Bildfiguren deutlich zum Vorschein bringen. Dieselben sind in der Fig. 5 für alle Flächen  $\{110\}$  zum Ausdruck gebracht. Sie gehören zum Krystall Nr. 5 und sind durch die folgenden Polar- und Horalwinkel construiert:

		$\varrho = 90^\circ 0'$	$\varphi = 45^\circ 0'$
$(110)$	1		
	2	94 8	45 0
	3	89 4	45 0
	4	90 0	44 3
$(\bar{1}\bar{1}0)$	1	90 0	434 59
	2	88 8	434 59
	3	89 8	434 40
	4		
$(\bar{1}\bar{1}0)$	1	88 12	224 59
	2	90 0	224 59
	3	90 0	224 0
	4		
$(\bar{1}\bar{1}0)$	—	90 0	345 0

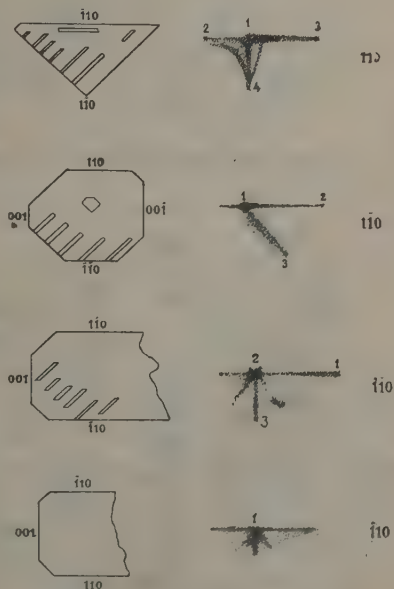
Diese Bildfiguren beweisen, daß keine Symmetrieebene durch die vierzählige Axe angenommen werden darf. Da ferner keine Verschiedenheit bei den zwei Basisflächen  $\{001\}$  zu bemerken ist, so gehört das bromsaure Silber zur tetragonal-bipyramidalen Symmetrie.

Für die Bestimmung der Brechungsverhältnisse sind die Krystalle des I. Habitus in Gebrauch gekommen, und zwar eigneten sich zwei gegenüberliegende Flächen der Bipyramide  $\{211\}$ , z. B.  $(211)$  und  $(\bar{2}\bar{1}\bar{1})$  für die Minimalmethode. Der Flächenwinkel der zwei in Anwendung gekommenen Flächen beträgt:

$$A = 50^\circ 50' 30''.$$

Die Minimalablenkung und die ganze Berechnung der Brechungsindices ergeben sich aus der folgenden Tabelle:

Fig. 5.





stereographischen Projection ist zu ersehen, daß die stark ausgezogenen Pole nahe beisammen liegen; so z. B. fällt (004) des I. Krystalles mit (440) des II. und III., ferner (440) des I. mit (004) des II. und des III. Krystalles, endlich ( $\bar{1}\bar{1}0$ ) des I. mit ( $\bar{1}10$ ) des II. und des III. nahe zusammen. Diese stereographische Projection geht aus den folgenden Messungen in Polar- und Horizontalwinkeln hervor:

1. Krystall	(440)	$\varphi = 90^\circ 0'$	$\varphi = 45^\circ 0'$
	( $\bar{1}\bar{1}0$ )	—	—
	( $\bar{1}10$ )	90 0	224 58
	( $\bar{1}10$ )	90 0	344 57
	(424)	64 33	25 34
	(244)	64 $33\frac{1}{2}$	63 49
	( $2\bar{1}1$ )	64 26	446 34
	( $\bar{1}\bar{2}4$ )	—	—
	( $\bar{1}\bar{2}4$ )	64 26	206 25
	( $2\bar{1}1$ )	64 27	243 45
	( $2\bar{1}1$ )	64 —?	296 34
	( $\bar{1}24$ )	64 33	333 49
	(044)	—	—
	(404)	—	—
	( $0\bar{1}1$ )	43 43	479 59
	( $\bar{1}04$ )	43 47	274 54
2. Krystall	( $\bar{1}10$ )	89 55	443 24
	( $\bar{1}\bar{1}0$ )	90 8	323 7
	( $\bar{1}10$ )	45 5	233 2
	(004)	105 3	233 44
	( $0\bar{1}1$ )	73 42	202 58
	( $2\bar{1}1$ )	67 28	345 4
3. Krystall	(440)	29 6	268 5
	( $\bar{1}\bar{1}0$ )	77 8	453 52
	(004)	64 26	60 45
	(404)	54 0	8 4
	( $0\bar{1}1$ )	32 45	98 42
	( $2\bar{1}1$ )	97 20	302 49



## XXV. Kürzere Originalmitteilungen und Notizen.

---

**1. E. von Fedorow** (in Petrowskoje-Rasumowskoje bei Moskau): **Der einfachste Beweis des zur Bestimmung der Hauptstructurarten dienenden Satzes.**

Bei den Vorlesungen, welche ich den Anfängern in der Krystallographie gehalten habe, sah ich mich veranlaßt, den Beweis für den erwähnten Satz zu vereinfachen, obgleich dem Wesen nach der Beweisgang derselbe blieb, wie er in dem II. Teile der Theorie der Krystalstructure gegeben wurde.

Der Satz besteht im folgenden:

Es seien drei identische Raumgitter gegeben, aber mit verschiedener, den drei Hauptstructurarten des kubischen Typus entsprechender Massenpunktanordnung, und zwar: 1) für die hexaëdrische Structur fallen die Massenpunkte mit den Knotenpunkten des Raumgitters zusammen, 2) für die oktaëdrische Structur fügen sich zu demselben Punktsysteme noch die Punkte in den Maschencentren hinzu, und 3) für die dodekaëdrische Structur befinden sich außer dem letzteren, besonderen, hinzugefügten Punktsysteme noch Massenpunkte in der Mitte jeder Kante der Systemparallelepipeda.

Nun wird bewiesen, daß die reticuläre Dichtigkeit für das ebene Netz  $(p_1 p_2 p_3)$  der oktaëdrischen Structur im Verhältnisse zu dem zugeordneten Netz  $(p_1 p_2 p_3)$  der hexaëdrischen Structur doppelt so groß ist, wenn zwei von den drei Zahlen  $p_1, p_2, p_3$  ungerade sind, und daß die reticuläre Dichtigkeit für das ebene Netz  $(p_1 p_2 p_3)$  der dodekaëdrischen Structur im Verhältnis zu dem zugeordneten Netz  $(p_1 p_2 p_3)$  der hexaëdrischen Structur vier Mal so groß ist, wenn alle drei Zahlen  $p_1, p_2, p_3$  ungerade sind, während sämtliche andere Punktnetze doppelt so große Dichtigkeit besitzen.

Da alle Raumgitter affin (krystallographisch projectiv) sind, so erhält der für ein bestimmtes Raumgitter gegebene Beweis vollständige Allgemeinheit. Als besonders leicht faßliches Raumgitter empfiehlt sich das kubische.

In diesem speciellen Falle haben wir das System der drei senkrechten Coordinatenachsen, und jedem beliebigen Tripel von ganzen Zahlen  $(p_1 p_2 p_3)$  entspricht ein vollständig bestimmter Massenpunkt des Gitters der hexaëdrischen Structur; als Einheit dient dabei die Kantenlänge eines Würfels.

Um eine Ebene aufzufinden, in welcher wegen des Hinzufügens des zweiten Punktsystems die reticuläre Dichtigkeit doppelt so groß ist, ist notwendig und hinreichend, daß in dieser Ebene auch Punkte des hinzugefügten Raumgitters

vorhanden sind; wäre dies nicht der Fall, so wäre die reticuläre Dichtigkeit dieselbe geblieben wie für die hexaëdrische Structur.

Alle hinzugefügten Punkte können aber durch die Coordinaten  $p_1 + \frac{1}{2}$ ,  $p_2 + \frac{1}{2}$ ,  $p_3 + \frac{1}{2}$  definiert werden. Die Indices einer centralen Complexkante, welche durch einen dieser hinzugefügten Punkte hindurchgeht, sind somit  $[2p_1 + 1, 2p_2 + 1, 2p_3 + 1]$ , d. h. lauter ungerade Zahlen, und können zweckmäßig durch  $[u_1 u_2 u_3]$  zum Ausdruck kommen.

Denken wir uns eine centrale Fläche, welche durch diese und durch eine beliebige andere Kante  $[r_1 r_2 r_3]$  hindurchgeht, so muß diese Fläche doppelte reticuläre Dichtigkeit besitzen. Die Indices dieser Fläche bleiben aber identisch, wenn wir die Indices einer dieser Kanten durch andere ersetzen, welche einer Kante derselben Fläche zukommen. Deswegen können wir die letzteren Indices einfach durch  $[0 r_2 r_3]$  ersetzen, indem wir als die zweite Kante eine solche auswählen, welche sich in der Coordinatenebene  $\begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$  befindet.

Die beiden ganzen Zahlen  $r_2$  und  $r_3$  können nicht zugleich gerade sein. Es sind also nur zwei Annahmen zulässig: entweder 1) beide sind ungerade Zahlen oder 2) eine von beiden ist eine ungerade und die andere eine gerade Zahl.

Bei der ersten Annahme erhalten wir für die Fläche der doppelten Dichtigkeit die Indices

$$\begin{vmatrix} u_1 u_2 u_3 \\ 0 u_2' u_3' \end{vmatrix} = \{u_2 u_3' - u_2' u_3; -u_3' u_1; u_1 u_3\}.$$

Man sieht, daß der erste Index notwendig eine gerade und die beiden anderen ungerade Zahlen sind.

Bei der zweiten Annahme erhalten wir für die Fläche der doppelten Dichtigkeit die Indices

$$\begin{vmatrix} u_1 u_2 u_3 \\ 0 u g \end{vmatrix} = \{u_2 g - u u_3; -g u_1; u_1 u\}.$$

Man sieht, daß der zweite Index notwendig eine gerade und die beiden anderen ungerade Zahlen sind.

Somit ist der vollständige Beweis für die oktaëdrische Structurart gegeben.

Um die Massenpunktverteilung der dodekaëdrischen Structur zu begreifen, muß man annehmen, daß außer dem hexaëdrischen Punktsysteme noch ein Punktsystem hinzugefügt wird, dessen Coordinaten  $p_1 + \frac{1}{2}$ ,  $p_2 + \frac{1}{2}$ ,  $p_3$  resp.  $p_1 + \frac{1}{2}$ ,  $p_2$ ,  $p_3 + \frac{1}{2}$  resp.  $p_1$ ,  $p_2 + \frac{1}{2}$ ,  $p_3 + \frac{1}{2}$  sind.

Nun muß bemerkt werden, daß eine dieser Bedingungen die directe Folgerung der beiden anderen ist, während eine von diesen Bedingungen auch unabhängig angenommen werden kann, und es entspricht derselben ein bestimmtes Raunggitter, dessen reticuläre Dichtigkeit doppelt so groß ist als die des hexaëdrischen Raunggitters. Wollen wir ein solches Raunggitter mit doppelter Punktbesetzung als ein intermediares bezeichnen.

Daraus folgt, daß 1) die Raumdichtigkeit der dodekaëdrischen Structur viermal so groß ist als die der hexaëdrischen, und 2) daß es keine Netze geben kann, welche dieselbe Dichtigkeit besitzen, wie die der hexaëdrischen, und natürlich auch keine, welche noch mehr als viermal größere reticuläre Dichtigkeit im Vergleiche zur hexaëdrischen besitzen.

Die erste Folgerung ist von vornherein klar, da anstatt eines Punktes eine Gruppe aus vier Punkten entsteht.

Die zweite Folgerung kann durch folgende Erwägung augenscheinlich gemacht werden.

Für jede mögliche Kantenrichtung mit doppelter Punktbesetzung haben wir Indices von der Form  $[r_1 + \frac{1}{2}, r_2 + \frac{1}{2}, r_3] = [u_1, u_2, g]$ ; und umgekehrt, für jede mögliche Kanténrichtung mit solchen Indices haben wir eine Punktreihe mit doppelter Punktbesetzung. Nun aber sind in jeder beliebigen Netzfläche notwendigerweise solche Kantenrichtungen vorhanden.

Ziehen wir die beliebige Fläche  $(p_1 p_2 p_3)$  in Betracht.

Über deren Indiceszahlen sind nur folgende drei Annahmen zulässig:

1) Die Indices sind lauter ungerade Zahlen  $u_1, u_2, u_3$ . Dann besitzen wir u. a. die Kante mit den Indices  $\begin{vmatrix} u_1 u_2 u_3 \\ 1 & 0 & 0 \end{vmatrix} = [0, u_3, -u_2]$ , welche diesen Bedingungen Genüge leistet.

2) Nur zwei Indices sind ungerade Zahlen, z. B.  $[u_1 u_2 g]$ ; dann, besitzen wir u. a. die Kante mit den Indices  $\begin{vmatrix} u_1 u_2 g \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = [u_2, -u_1, 0]$ .

3) Gibt es endlich nur eine einzige ungerade Indexzahl, z. B.  $(u g_1 g_2)$ , so besteht u. a. die Kante mit den Indices  $\begin{vmatrix} u g_1 g_2 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix} = [g_1 - g_2, -u, u]$ .

Um also die Netzfläche mit dichtester Punktbesetzung zu erhalten, ist schon nicht mehr hinreichend, die Fläche durch die Kante  $[r_1 + \frac{1}{2}, r_2 + \frac{1}{2}, r_3] = [u_1 u_2 g]$  und noch eine beliebige zu bestimmen. Es ist sogar nicht mehr hinreichend, zwei Kantenrichtungen  $[u_1 u_2 g]$  und  $[u_1' u_2' g']$  zugrunde zu legen, da beide solche auch dem intermediären (und nicht nur dem dodekaëdrischen) Raumgitter entsprechen können.

Also ist es hinreichend und notwendig, zwei solche Kantenrichtungen zu diesem Zwecke auszuwählen, welche etwa von der Form  $[u_1 u_2 g]$  und  $[u_1' g' u_3']$  sind; nur unter dieser Bedingung erhält man erschöpfend alle Flächen mit der dichtesten (viermaligen) Punktbesetzung.

Nun aber besitzt eine jede solche Fläche die Indices:

$$\begin{vmatrix} u_1 u_2 g \\ u_1' g' u_3' \end{vmatrix} = (u_2 u_3' - g g'; g u_1' - u_3' u_1; u_1 g' - u_1' u_2),$$

also lauter ungerade Zahlen, und dies war eben zu beweisen.

**2. F. Haag** (in Stuttgart): Notiz zu dem Aufsatz von **K. Lippitsch**, *Stereometrie hemiëdrischer Formen des regulären Systems* (diese Ztschr. **41**, 134).

In dieser Zeitschr. **38**, 507 habe ich meine krystallographischen Formeln in die stereometrischen von Lippitsch durch die Substitution  $\frac{h}{k} = m, \frac{h}{l} = n$  übergeführt und gezeigt, daß sich erhebliche Vereinfachungen der letzteren ergeben. Das Nämliche gilt von den neuen Formeln. Deutlich zeigt sich wiederum die Überlegenheit der analytisch-geometrischen Methode über die von Lippitsch benutzte stereometrisch-trigonometrische. Für eines der 24 Dreiecke, welche die Oberfläche des Hexakistetraëders zusammensetzen, findet man leicht die Coordinaten der Eckpunkte und hat sofort auch die Projection dieses Dreieckes auf die  $xy$ -Ebene; sie ist z. B. für die Fläche  $(h k \bar{l})$

$$\frac{1}{2} \begin{vmatrix} & h & h \\ 1 & h+k+l & h+k-l \\ 0 & h & h \\ & 1 & 1 \end{vmatrix} = \frac{hl}{(h+k+l)(h+k-l)},$$

bezogen auf die Halbxaxe als Einheit.

Der Cosinus des Neigungswinkels, den die Fläche mit der Projectionsebene bildet, ist  $\frac{l}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$ . Somit die gesuchte Oberfläche

$$\frac{24h\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}{(h+k+l)(h+k-l)} = \frac{24mn\sqrt{m^2n^2 + m^2 + n^2}}{(mn+m+n)(mn+m-n)}.$$

Lippitsch findet eine Formel, welche erst durch die Vereinfachung

$$\frac{\sqrt{x}}{m+1} = \sqrt{m^2n^2 + m^2 + n^2}$$

in die meinige übergeht.

Zu der von Lippitsch angegebenen Formel für das Volumen des Dyakis-dodekaëders ist zu bemerken, daß

$$(2m^2n + mn - m^2 - m - n) : (m + 1) = 2mn - m - n.$$

Die vereinfachte Formel heißt:

$$\frac{4mn(2mn - m - n)a^3}{(mn + m + n)(mn - 1)}.$$

Die nämliche Vereinfachung gilt für die Oberfläche des Dyakisdodekaëders. Es ergibt sich:

$$\frac{12a^2(2mn - m - n)\sqrt{m^2n^2 + m^2 + n^2}}{(mn + m + n)(mn - 1)}.$$

**3. H. Steinmetz** (in München): **Messung einiger Doppelchloride des fünf-wertigen Antimons.** Dargestellt von R. F. Weinland und C. Feige (»Über Halogendoppelsalze vom fünfwertigen Antimon und eine ihnen zugrunde liegende Säure«, Ber. d. d. chem. Ges. 1903, 36, 244).

Kaliumantimonchlorid  $SbCl_6K.H_2O$ .

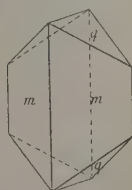
Rhombisch.  $a : b : c = 0,8889 : 1 : 0,7794$ .

Die blaß grünlichgelben Krystalle zeigen die okta-  
ëderähnlich ausgebildete Combination von  $m\{110\}$  und  
 $q\{011\}$  (Fig. 4).

	Gemessen:	Berechnet:
$(110) : (1\bar{1}0)$	$\approx 83^\circ 16'$	—
$(110) : (011)$	$\approx 65^\circ 54'$	—
$(011) : (0\bar{1}1)$	$75^\circ 59'$	$75^\circ 52'$

Ebene der optischen Axen ist  $\{001\}$ . Auf den Pris-  
menflächen ist der Austritt je einer optischen Axe unter  
einem scheinbaren Winkel von ca.  $10^\circ$  zur Flächennormale gegen die Axe  $a$   
geneigt zu beobachten. Keine Spaltbarkeit.

Fig. 4.



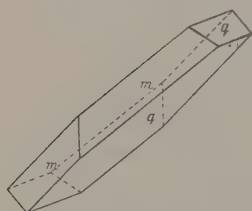
Ammoniumantimonchlorid  $SbCl_6NH_4.H_2O$ .Rhombisch.  $a : b : c = 0,8909 : 1 : 0,7748$ .

In Aussehen und Ausbildung vollständig dem Kalisalze analog.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110) : (1\bar{1}0) =$	$*83^0 32'$	—
$(110) : (011)$	$*65 57$	—
$(011) : (0\bar{1}1)$	$75 48$	$75^0 32'$

Ebene der optischen Axen  $\{001\}$ . Keine Spaltbarkeit.Rubidiumantimonchlorid  $SbCl_6Rb$ .Rhombisch.  $a : b : c = 0,6719 : 1 : 0,8436$ .

Fig. 2.

Alle Krystalle zeigen die Combination von  $m\{110\}$  und  $q\{011\}$  in der in der Fig. 2 dargestellten, pseudotrigonalen Ausbildung.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110) : (1\bar{1}0) =$	$*67^0 48'$	—
$(110) : (011)$	$*69 24$	—
$(011) : (0\bar{1}1)$	$78 46$	$78^0 48'$

Ebene der optischen Axen ist  $\{001\}$ . Keine Spaltbarkeit.Magnesiumantimonchlorid  $SbCl_7Mg.9H_2O$ .

Triklin.

$$a : b : c = 0,714 : 1 : 2,595.$$

$$\alpha = 100^0 22', \quad \beta = 88^0 3', \quad \gamma = 91^0 16'.$$

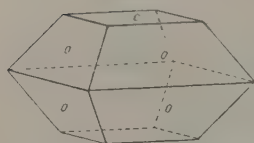
Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $n\{1\bar{1}0\}$ ,  $o\{111\}$ ,  $\omega\{1\bar{1}1\}$ . Die Krystalle sind taflig nach  $a$  und geben infolge ihrer Zerfließlichkeit sehr schlechte Reflexe.

	Gemessen:	Berechnet:
$(1\bar{1}0) : (100) =$	$*69^0 39'$	—
$(100) : (110)$	$*64 37$	—
$(100) : (1\bar{1}1)$	$*76 45$	—
$(100) : (111)$	$*75 30$	—
$(110) : (111)$	$*57 25$	—
$(110) : (010)$	—	$27^0 6'$
$(111) : (1\bar{1}1)$	$58 5$	$59 40$

Keine Spaltbarkeit.

Ferriantimonchlorid  $SbCl_6Fe.8H_2O$ .

Fig. 3.

Tetragonal.  $a : c = 1 : 4,0442$ .Beobachtete Formen:  $c\{001\}$ ,  $o\{111\}$ . Pyramidaler Habitus (Fig. 3).

	Gemessen:	Berechnet:
$111 : 001 =$	$*33^0 1'$	—
$(111) : (111)$	$70 25$	$70^0 49'$

Infolge der Zerfließlichkeit sind die Reflexe sehr schlecht. Keine Spaltbarkeit.



**4. L. Stibing (in St. Petersburg): Über Aurodibenzylsulfinchlorid.**

$AuS(C_7H_7)_2Cl$ , Aurodibenzylsulfinchlorid, ist nach den Beobachtungen des Darstellers F. Herrmann (Ber. d. d. chem. Ges. 1905, 38, 2813) dimorph. Heiß gesättigte Chloroformlösungen scheiden die Verbindung in Form feiner Nadeln aus, welche auch beim Eingießen der Lösung in das zehnfache Volum wasserfreien Äthers sich bilden. Abfiltriert sind diese Nadeln beständig; in Berührung mit der Lösung gehen sie nach einigen Tagen unter wesentlicher Volumverringerung in ein Krystallpulver über. Demnach stellen die Nadeln die labile Modification dar; Krystalle davon, die man unter besonderen Vorsichtsmaßregeln erhält, wurden schon früher von Stevanović (diese Zeitschr. 1903, 37, 265) gemessen.

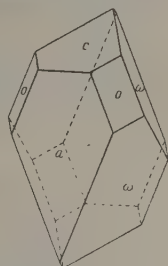
Krystalle der stabilen Modification entstehen außer der oben erwähnten Darstellungsweise beim langsamen Verdunsten der Chloroformlösung. Die Lösung der stabilen Modification gibt wie oben beschrieben behandelt wieder die feinen Nadeln der labilen Form. Im trocknen Zustande konnte dagegen kein Umwandlungspunkt beobachtet werden.

Die Messung der stabilen Modification gab folgende Resultate.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 2,6134 : 1 : 2,3957; \quad \beta = 106^{\circ} 34'.$$

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $o\{111\}$ ,  $\omega\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ . An den Krystallen sind alle Flächen im Gleichgewichte mit Ausnahme von  $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$  und  $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ , welche letztere an größeren Krystallen nur schlecht ausgebildet sind.



	Berechnet:	Beobachtet:
$a : c = (100) : (001)$	$73^{\circ} 29'$	$73^{\circ} 27' \pm 22'$
$a : o = (100) : (111)$	$64 \ 41$	$64 \ 51 \pm 30$
$a : \omega = (100) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$75 \ 43$	$75 \ 52 \pm 30$
$c : o = (001) : (111)$	$63 \ 20$	$63 \ 9 \pm 3$
$c : \omega = (001) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$73 \ 15$	$73 \ 26 \pm 20$
$o : \bar{o} = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	—	$*113 \ 39 \pm 13$
$o : \omega = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	—	$*136 \ 35 \pm 24$
$o : \omega = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	—	$*39 \ 11 \pm 4^{\circ} 20'$
$\omega : \omega = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$126 \ 48$	$127 \ 1 \pm 27'$

Spaltbarkeit unvollkommen nach  $a(100)$ .

Die Krystalle sind farblos, werden aber am Lichte amethystblau.

Axenebene  $\parallel b(010)$ ; auf  $a(100)$  und  $c(001)$  ist nur der Verlauf der Lennisciten im convergenten Lichte sichtbar; die optischen Axen selbst erscheinen nicht im Gesichtsfelde, weil der Axenwinkel nahe  $90^{\circ}$  ist. Die Doppelbrechung ist sehr schwach.

## XXVI. Auszüge.

**1. J. Fromme** (in Braunschweig): **Minerale aus dem Radautale, u. a. Pyknochlorit, eine neue Chloritart** (Tscherma's min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1903, 22, 62—73).

Prehnit findet sich im Radautale in Spalten des zersetzten Gabbros und in Höhlungen des den Gabbro durchsetzenden Pegmatits. Verf. analysierte Prehnit aus dem Pegmatit des Köhlerloches (I.) und aus Spalten im Gabbro am Radauberge (Bruch oberhalb Kolonie Winterberg (II.)). I. und II. farblos bis hellgelblichgrün.

	I.	II.	Theorie:
$SiO_2$	43,53	44,00	43,82
$Al_2O_3$	24,18	23,68	24,72
$Fe_2O_3$	0,88	0,90	—
$CaO$	27,20	26,30	27,10
$MgO$	Spur	0,34	—
$H_2O$	4,25	4,58	4,36
Summe	100,04	99,80	100,00
Spec. Gew.	2,9249	2,9190	
Härte	> 6	> 6	

Verf. folgert aus seinen Ergebnissen, daß Streng und Amelung ungewöhnliche Varietäten vom selben Fundorte analysiert haben.

Meterdicke Einschlüsse im Gabbro des Steinbruches »Kunstmannstal« am Schmalenberge bestehen »hauptsächlich aus mehreren Abstufungen von dunklem bis hellem Granat, einer hellcanariengelben derben vesuvianähnlichen Mineralsubstanz, etwas primärem körnigem Kalk und hier und da kleinen Mengen von grünem Augit und Wollastonit«. Diese Einschlüsse, nach dem Verf. ursprünglich Kalksteinblöcke, sollen durch weitgehende »Zusammenschmelzungen« mit dem Gabbro ihre jetzige chemische Beschaffenheit erhalten haben. Die Granate sind erbsen- bis wallnußgroß, bestehen aus dunklen, eisenreichen Kernen, die von helleren Zonen umgeben sind und zeigen nur selten Umrisse, die auf {110} verweisen. Härte 7. Spec. Gew. der schwarzbraunen Kerne 3,6752—3,6759. Die Analyse ergab:  $SiO_2$  37,42,  $TiO_2$  1,29,  $Al_2O_3$  17,92,  $Fe_2O_3$  5,98,  $FeO$  2,64,  $MnO$  0,87,  $CaO$  34,00,  $MgO$  Spur; Summe 100,12. Also  $CaO:Al_2O_3:SiO_2 = 3,08:4:2,98$ .

Die hellcanariengelbe Substanz wurde mit schweren Lösungen sorgfältig isoliert. Härte 7. Spec. Gew. 3,356.  $SiO_2$  39,29,  $Al_2O_3$  11,77,  $Fe_2O_3$  3,11,  $FeO$  2,22,  $MnO$  Spur,  $CaO$  33,97,  $MgO$  6,85,  $K_2O + Na_2O$  0,13, Glüh-

verlust 2,75; Summe 100,09. Daraus wurde die Formel  $2H_2O \cdot 12CaO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 10SiO_2$  berechnet, deren Ähnlichkeit mit der Formel des Vesuvians hervorgehoben wird. Bedauerlicherweise ist weder in diesem, noch in den anderen Fällen der Versuch gemacht worden, den chemischen Befund durch optische Untersuchung zu ergänzen.

Cordierit in großen Krystallen und runden Massen fand der Verf. im Pegmatit des Köhlerloches, besonders in Quarzausscheidungen. Die Krystalle erreichen 4 cm Länge bei 2,5 cm Dicke. Sie sind meist bis auf einen kleinen Kern in Pinit umgewandelt und zeigen die Formen  $\{110\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{130\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{001\}$ .

Turmalin fand sich in einem Pegmatitgange des Bruches Bärenstein IV am Schmalenberge in linsenförmigen bis 6 cm Durchmesser erreichenden Krystallen. An einem Krystalle wurden beobachtet:  $\{10\bar{1}1\}$   $\{02\bar{2}1\}$   $\{10\bar{1}0\}$   $\{11\bar{2}0\}$   $= \{100\}$   $\{11\bar{1}\}$   $\{2\bar{1}\bar{1}\}$   $\{10\bar{1}\}$ , an einem anderen auch noch:  $\{01\bar{1}2\} = \{110\}$ .

Apatit tritt in 1—2 mm langen, bräunlichgrünen Säulchen in graphitreichem Gabbro im Bruche »Kunstmannstal« und in graphitführenden Magnetkiesknollen des Bruches »Bärenstein IV« auf.

Von Laumontit fanden sich schöne, bis 4 mm lange Krystalle zusammen mit Bergkrystall, Apophyllit, Prehnit, derbem Turmalin, Wollastonit, Magnetkies und Pyrit im Kunstmannstal-Bruche (im Pegmatit?).

Molybdänglanz tritt in kleinen Schuppen im Quarz des Pegmatits von »Bärenstein IV« auf.

Pyknochlorit, ein neuer, zum Klinochlor gehöriger Chlorit, füllt in einem Calcit-Quarzgange eckige Zwischenräume von zerbrochenen Calcitpaltrhomböedern aus. Der Gang setzt im Gabbro des Bruches »Bärenstein II« auf. Außer an dieser Stelle findet sich der Pyknochlorit auch noch, wenn auch spärlicher, im Bruche »Kunstmannstal« und in einem Pegmatitgange von »Bärenstein IV«. Es sind graugrüne, dichte bis mikrokristalline glanzlose oder schwach glänzende Massen. Härte 1—2. Spec. Gew. 2,8314. Durch  $HCl$  und  $HNO_3$  wird er nur unvollständig zersetzt. Verschiedene Proben reagieren nicht immer gleichmäßig. Vor dem Lötrohre entsteht daraus eine schwarze Schlacke. Sorgfältig isoliertes Material ergab:  $SiO_2$  26,55,  $Al_2O_3$  16,91,  $Fe_2O_3$  2,04,  $FeO$  25,29,  $MnO$  0,46,  $CaO$  0,70,  $MgO$  15,88,  $K_2O$  Spur,  $Na_2O$  Spur,  $H_2O$  12,06; Summe 99,89. Daraus leitet der Verf. folgende Formel ab:  $3(H_4Mg_3Si_2O_9) + 4(H_4Mg_2Al_2SiO_9)$  bzw.  $Sp_3At_4$ . Das Mischungsverhältnis bestimmt den Verf. den Pyknochlorit zum Klinochlor zu rechnen; des hohen Eisenoxydulgehaltes wegen, sowie der »vom Klinochlor abweichenden äußeren Eigenschaften halber« hat er ihm einen besonderen Namen gegeben. Eine optische Untersuchung ist auch hier nicht erfolgt.

Ref.: W. Salomon.

**2. E. Weisschenk (in München): Über eine Verbesserung an der Polarisatoreinrichtung von Mikroskopen** (Tscherma's min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1903, 22, 76—77).

Wie schon in Bd. 40 dieser Zeitschr. S. 309 angeführt, ist die Anbringung des Polarisators an einem Hebelarme behufs rascher Ausschaltung vom Verf. schon vor Leiß durchgeführt worden. Da indessen dabei die Justierung des Polarisators leicht etwas leidet, so hat der Verf., wie schon in seiner Anleitung zum Gebrauche des Polarisationsmikroskopes angegeben ist, neuerdings die Hebelvorrichtung durch horizontale Verschiebung des Polarisators ersetzt. Abbildung der neuen Vorrichtung ist beigegeben.

Ref.: W. Salomon.

**3. E. Weinschenk** (in München): **Korund aus Tirol** (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1903, **22**, 77—78).

Ein offenbar vom Staudenbergergrat herabgestürzter loser Block, der sich auf der rechten Talseite des Lazzacher Tales fand, besteht aus körnigem Normaldolomit mit eingewachsenen,  $4\frac{1}{2}$  cm langen trüben Krystallen von Korund. Dieser ist oberflächlich zersetzt, im Inneren aber noch wohl erhalten. Das Vorkommen ist analog dem vom Campo lungo im Tessin.

Ref.: W. Salomon.

**4. J. Melion** ( $\dagger$  in Brünn): **Neuer Fundort von Beryll bei Zöptau-Petersdorf** (Ebenda 78—79).

In einem granitischen Gestein des Trausnitzberges am linken Ufer der Merta tritt Beryll in spangrünen, spargelgrünen, bläulichgrünen Krystallen neben Feldspat und grauem Quarz, zum Teil in schriftgranitärer Verwachsung, sowie neben Muscovit und colombinrotem Granat auf. Nach der Beschreibung des Verfs. handelt es sich offenbar um ein nicht sehr grobkörniges pegmatitisches Gestein.

Ref.: W. Salomon.

**5. M. Lechner** (in Wien): **Neue Funde aus Böhmen** (Ebenda 79—80).

Fluorit in satgrünen Oktaëdern mit Calcit und Laumontit zu Litic zwischen Pottenstein und Senftenberg in Granitsteinbrüchen.

Wad als Überzug auf Weißbleierz von der Langen-Zug-Zeche in Mies.

Anatas und Brookit zusammen mit Adular und Pennin bei Kuttenberg. (Soll von Vrba in Prag beschrieben werden.)

Cronstedtit mit aufsitzenden Gypskrystallen vom Silberbergbau in Kuttenberg; von ebenda Magnetkies mit Blende und Quarz.

Gut krystallisierter Nephelin und Augit auf dem Podhorn (Basaltkegel) bei Marienbad.

Analcim, Prehnit, Pistazit, Laumontit, Calcit im Amphibolschiefer von Horky bei Czaslau.

Zu Kugeln gruppierte Krystalle von Witherit auf einem Erzgange bei Příbram.

Baryt in Arkose des Krkavecberges bei Pilsen.

Topas in kleinen schönen Krystallen, Skorodit, Pharmakosiderit, Wawellit, Turmalin und Granat bei Schlaggenwald.

Ref.: W. Salomon.

**6. J. Frieser** (in Leitmeritz): **Kalkuranit von Schlaggenwald** (Ebenda 80).

Das Mineral findet sich in kleinen Täfelchen auf Uranocker und anderen Neubildungen, die mit Uranpecherz zusammen auftreten.

Ref.: W. Salomon.

**7. F. Becke** (in Wien): **Das Zwillingsgesetz des Dolomits** (Ebenda 86).

Ein ausgezeichneter Zwillingskrystall aus dem Binnental läßt an der Ausbildung der Vicinalflächen des Grundrhomboëders erkennen, daß das Zwillingsgesetz formuliert werden muß: Zwillingsebene das Prisma 1. Art (1010) =  $(2\bar{1}\bar{1})$ , nicht aber Zwillingssaxe die Hauptaxe.

Ref.: W. Salomon.

**S. F. Cornu** (in Wien): **Neue Mineralfunde** (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1903, 22, 86).

Jarosit von Laurion; kleine rhomboëdrische Krystalle in limonitischer Gangart. Uraninit von Schlaggenwald (vergl. oben Frieser, zusammen mit Kalk- und Kupferuranit, Gummit, Uranocker und einem uranotilähnlichen Mineral.

Ref.: W. Salomon.

**9. J. Morozewicz** (in Krakau): **Über zwei neue, dem Pyrophyllit analoge Mineralverbindungen** (Ebenda 97—102).

In dichtem gelblichen Quarzit beim Dorfe Klutschi (Gouvernement Orenburg) finden sich feine Adern eines noch nicht näher bestimmten, intensiv blauen Minerals. Die früher bereits von Karpinsky mikroskopisch, von Nikolajew chemisch untersuchte Substanz ist vom Verf. mit Thouletischer Lösung vom spec. Gew. 2,7 vom anhängenden Quarz getrennt worden. Spec. Gew.  $> 2,8$ . In Säuren löst es sich sehr schwer, selbst bei gleichzeitiger Verwendung von  $HF$  und  $H_2SO_4$ . Das fein zerriebene Pulver wird durch Glühen entfärbt. In geschmolzener Soda vor dem Gebläse wird es aufgeschlossen. Im Dünnschliffe erkennt man, daß es in der feinkörnigen Quarzmasse »gewundene spindelförmige Schmitzen oder ganglienförmige Lappen« bildet. Die Structur ist feinfaserig. Lichtbrechung stärker als beim Quarz, Doppelbrechung gering. Pleochroismus deutlich, || der Faserung blau, senkrecht dazu graulich, fast farblos. Die größte Elasticitätsaxe fällt mit der Faserung zusammen, die kleinste steht senkrecht dazu. Im convergenten Lichte machen sich zuweilen »undeutliche Anzeichen von Zweiaxigkeit« bemerkbar. Die Analyse ergab die Zahlen unter I. II. gibt die den ermittelten Molekularverhältnissen entsprechenden Zahlen wieder, wobei  $CaO$ ,  $MgO$  und  $K_2O$  in  $Na_2O$  umgerechnet sind. III. gibt zum Vergleiche mit Pyrophyllit die Zahlen für die entsprechende Alunokieselsäure wieder, IV. die der Pyrophyllitformel entsprechenden Zahlen.

	I.	II.	III.	IV.
$SiO_2$	59,24	60,15	61,34	66,6
$TiO_2$	0,23	—	—	—
$Al_2O_3$	33,87	33,92	34,60	28,4
$Fe_2O_3 + FeO$	1,04	—	—	—
$CaO$	0,67	—	—	—
$MgO$	0,20	—	—	—
$K_2O$	0,34	—	—	—
$Na_2O$	1,39	2,74	—	—
$H_2O$	3,08	3,19	4,06	5,0
Summe	100,06	100,00	100,00	100,0
Formel für II:	$(1\frac{3}{5}H_2O \cdot \frac{2}{5}Na_2O) \cdot 3Al_2O_3 \cdot 9SiO_2$ ,			
- - III:	$2H_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 9SiO_2$ ,			
- - IV:	$H_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ .			

Die Substanz hat also eine vom Pyrophyllit abweichende Zusammensetzung. Schon das Pulver, das für diese Analyse verwendet wurde, hatte keine ganz gleichmäßige Farbe. Manche Körnchen »erscheinen zum Teil gelblicher«: und dieselbe Ungleichmäßigkeit der Färbung wurde auch im Dünnschliffe constatirt. Als nun zur Controle Material aus einer zweiten Gesteinsprobe isoliert wurde, zeigte es sich, daß die Körner blasser gefärbt und noch weniger gleichmäßig



waren. Spec. Gew. 2,869.  $HF + H_2SO_4$  löste diese Probe nur überaus schwer und langsam, schwieriger als die erste. Mit geschmolzener Soda gelang dagegen auch hier der Aufschluß. V. sind die Zahlen der Analyse, VI. die der daraus berechneten Formel entsprechenden, VII. die Zahlen der für VI. vorausgesetzten Alumokieselsäure.

Formel für VI:  $(\frac{3}{4}H_2O \cdot \frac{1}{4}Na_2O) \cdot 2Al_2O_3 \cdot 10SiO_2$ ,  
 - - - VII:  $H_2O \cdot 2Al_2O_3 \cdot 10SiO_2$ .

	V.	VI.	VII.
$SiO_2$	72,27	72,13	73,09
$TiO_2$	Spur	—	—
$Al_2O_3$	24,15	24,41	24,73
$Fe_2O_3 + FeO$	0,75	—	—
$MgO$	0,25	—	—
$K_2O$	0,56	—	—
$Na_2O$	1,35	1,85	—
$H_2O$	1,66	1,61	2,18
Summe	100,99	100,00	100,00

Der Verf. setzt bei seinen Betrachtungen über die beiden neuen Verbindungen offenbar voraus, daß das Analysenmaterial von I. nur die erste, das von V. nur die zweite Verbindung enthielt, daß also nicht etwa beide Male ein Gemenge zweier verschiedener Verbindungen analysiert wurde; aus welchem Grunde, ist nicht angegeben.

Ref.: W. Salomon.

**10. F. M. Jaeger (in Zaandam): Über die Identität des Hallstädter Simonyits mit dem Astrakanit** (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1903, 22, 103—108).

Eine von van't Hoff in Hallstadt gesammelte Stufe besteht hauptsächlich aus Simonyitkrystallen, die zum Teil zollgroß werden und in derben, braunen Polyhalit eingeprengt sind. Die Krystalle waren vorzüglich entwickelt und gestatteten genaue Messungen. Bald sind sie dickprismatisch nach der Verticalaxe mit gleich starker Ausbildung von  $\{111\}$  und  $\{001\}$ , bald in der Richtung der Verticalaxe langgestreckt mit breiten Klinodomenflächen  $\{011\}$  und  $\{021\}$ . Sie sind monoklin holoëdrisch. Axenverhältnis:  $a : b : c = 1,3490 : 1 : 0,6746$ ;  $\beta = 79^\circ 41\frac{1}{2}'$ .

I. sind die Messungen des Verfs., II. Koechlin, III. die ursprünglichen, nur approximativen Werte, IV.—VI. sind Messungen am Astrakanit, und zwar IV. die Messungen Jeremejeffs, V. Bückings, VI. Luëdeckes.

	Simonyit.			Astrakanit.		
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
$(00\bar{1}) : (110) =$	$96^\circ 30'$	—	—	—	—	—
$(004) : (011)$	$33^\circ 27'$	$33^\circ 25'$	$33^\circ 32'$	$33^\circ 25' 5''$	—	—
$(001) : (111)$	$36^\circ 57'$	—	—	$36^\circ 55' 10''$	—	—
$(021) : (011)$	$19^\circ 23\frac{1}{2}'$	$19^\circ 25'$	—	$19^\circ 22' 50''$	—	—
$(011) : (0\bar{1}1)$	$67^\circ 6\frac{3}{4}'$	—	—	$66^\circ 45' 40''$	—	—
$(024) : (010)$	$37^\circ 41\frac{1}{2}'$	—	—	$37^\circ 9' 35''$	—	—
$(010) : (011)$	$56^\circ 35'$	—	—	$56^\circ 37' 10''$	—	—
$(110) : (111)$	$46^\circ 37\frac{2}{3}'$	—	$45^\circ 56'$	$46^\circ 40' 50''$	—	$46^\circ 20\frac{1}{2}'$

	Simonyit.			Astrakanit.		
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
(001):(111) =	42° 44'	—	—	42° 7' 20"	—	—
(110):(111)	54 19½	—	—	54 44 35	—	—
(111):(111)	57 49	57° 44'	—	57 42 20	57° 32'	—
(110):(210)	49 28½	49 39	49° 26'	49 29 15	49 34½	49° 26'
(110):(120)	46 48	—	—	46 19 50	—	—
(120):(010)	20 42	20 44	—	20 36 45	—	—
(210):(210)	67 9½	—	66 38	67 9 40	—	—
(210):(320)	7 58	7 55	—	7 53 45	—	—
(320):(110)	44 32½	44 28	—	44 28 50	—	—
(100):(211)	55 40	—	—	55 34 30	—	—
(211):(011)	44 9	—	—	—	—	—

Schon diese Tabelle zeigt die Identität der beiden Mineralien; aber auch die optische Orientierung ist dieselbe: Axenebene (010); stark geneigte Dispersion. Die erste Mittellinie des »Simonyits« liegt im spitzen Winkel  $a:c$  und bildet etwa  $38\frac{1}{2}'$  mit  $c$ . Doppelbrechung negativ. Mittlerer Brechungsindex etwa 1,47.

Da schon vor dem Verf. Reichardt die Identität von »Simonyit« mit Astrakanit angenommen, und angegeben hatte, daß ein eventueller Unterschied nur auf der Art der Wasserabgabe beruhen könne, so wurde auch diese untersucht und mit den Ergebnissen früherer Beobachter zusammengestellt. I. sind die Zahlen des Verfs., II. Koechlin's, III. Tschermak's, IV. und V. Reichardt's, VI. vom Rath's, VII. Groth's und Hintz's.

Temperatur:	Ausgetriebenes Wasser bei Simonyit.				bei Astrakanit.		
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
85° C.	0,55	0	—	—	Ein wenig	—	—
100°	3,98	—	30	0	—	—	40
108°	—	37½	37½	—	—	—	—
120°	50,2	—	—	—	50	—	—
130°	50,25	37½	—	—	—	50	—
140°	—	—	—	wenig Wasser	—	—	50
160°	—	—	—	52,5	—	—	—
180°—190°	—	—	—	70,7	—	—	—
200°	—	400	—	—	—	—	—
300°	—	—	—	—	—	50	—
Glühen	100	—	100	100	—	—	—

Man wird dem Verf. recht geben müssen, wenn er sagt, daß man aus dieser Tabelle jedenfalls keinen Beweis für eine Verschiedenheit von Simonyit und Astrakanit entnehmen kann und daß also »Simonyit« aus der Reihe der Mineralspecies zu streichen ist.

Ref.: W. Salomon.

**11. H. Graf Keyserling** (in Wien): Der Gloggnitzer Forellenstein, ein feinkörniger Ortho-Riebeckitgneis (Tschermak's min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1903, 22, 109—158).

Hinsichtlich der schon von Palache richtig als Riebeckit und Ägirin erkannten Gemengteile des Gesteins werden einige Mitteilungen über die optische

Orientierung gemacht und zwar die folgenden für Riebeckit.  $\alpha > \beta > \gamma$ .  $c = \alpha$  tiefdunkelblau,  $b = \beta$  blau, Stich ins Violette,  $a = \gamma$  gelblichgrün, Stich ins Bräunliche.  $c : \alpha = 4\frac{1}{2}^0 - 2^0$ . Starke Dispersion,  $v > \varrho$ . Optischer Charakter +. Axenwinkel groß.  $\gamma - \alpha$  (rot) = 0,003;  $\gamma - \alpha$  (blau) = 0,0054. Mittlerer Brechungsexponent annähernd gleich 1,687. Ref.: W. Salomon.

**12. H. Tertsch** (in Wien): **Optische Orientierung von Feldspäten der Oligoklasgruppe** (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1903, 22, 159—188).

Die Ergebnisse der wertvollen Untersuchungen, deren Methode im Text genau erläutert ist, sind in der folgenden Tabelle enthalten.

	Oligoklas-Albit von Bamle:	Oligoklas von Tvedestrand:	Oligoklas von Bakersville:
Spec. Gew.	2,644	2,649	2,664 (corr. nach Abzug von $Fe_2O_3$ 2,651)
Anorthitgehalt <sup>1)</sup>	44 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	22 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
$A \begin{cases} \varphi \\ \lambda \end{cases}$	—44 <sup>0</sup> 58'	—42 <sup>0</sup> 4'	—39 <sup>0</sup> 48'
$B \begin{cases} \varphi \\ \lambda \end{cases}$	+67 58 +47 9 +83 53	+70 24 +44 59 +69 39	+70 50 +40 56 +59 23
$\alpha \begin{cases} \varphi \\ \lambda \end{cases}$	+4 6 +75 36	+4 23 +70 3	+0 36 +65 40
$\gamma \begin{cases} \varphi \\ \lambda \end{cases}$	—82 28 —6 35	—88 30 +85 29	+83 47 —29 42
$2V_\gamma$	86 52	(92 56)	(98 36)
$2V_\alpha$	(93 8)	87 4	84 24
$AB_\alpha$ <sup>1)</sup>	44 4	—	8 44
Auslöschung auf (004) $\begin{cases}$ berechnet + 4 43 gemessen + 2 48		+ 4 33 + 1 0 (Annahme)	+ 4 2 + 0 35 — 4 <sup>0</sup>
- (040) $\begin{cases}$ berechnet + 42 46 gemessen + 44 0		+ 6 <sup>0</sup> 32' + 7 30 (Literatur)	+ 4 36 + 2 <sup>0</sup> — 4 <sup>0</sup> 30'
- auf Fläche $\frac{1}{(040):(004)} \begin{cases}$ berechnet — 7 48 gemessen — 6 37		+ 0 <sup>0</sup> 45' —	+ 6 <sup>0</sup> 42' + 7 25
$\alpha$	1,5346	1,5388	1,5417
$\beta$	1,5385	1,5428	1,5458
$\gamma$	1,5433	1,5463	1,5490
$\gamma - \alpha$ (aus den Brech.-Exponenten)	0,0087	0,0075	0,0073
$\gamma - \alpha$ (Babinet-Compensator)	0,0089	0,0079	0,0074

Den Oligoklas von Tvedestrand analysierte der Verf. und fand:  $SiO_2$  62,58,  $Al_2O_3$  24,45,  $Fe_2O_3$  4,10,  $CaO$  5,05,  $Na_2O$  8,42,  $K_2O$  0,56; Summe 101,86. (Thonerde auch nach dem Verf. wohl etwas zu hoch.) Für den Oligoklas-Albit von Bamle wurde der zu 86<sup>0</sup> 52' gemessene Winkel 21<sup>1</sup>, berechnet zu 84<sup>0</sup> 18'. Die Brechungsexponenten wurden mit dem Abbe-Pulfrichschen Halbkugelflectometer bestimmt. Es sei noch bemerkt, daß die bekanntlich schwierige

1) Winkel der zwei ungleichen optischen Axen im Zwilling.

Orientierung des Oligoklases von Bakersville dem Verf. gelang und daß nach ihm (abweichend von Penfield) die Spaltform ein schiefwinkliges Parallelepiped, begrenzt von (001), (130) und (114), ist.

Ref.: W. Salomon.

**13. A. von Loehr** (in Wien): **Ein neues Spessartinvorkommen** (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1903, 22, 194).

Vorlegung einer Stufe des kolophoniumbraunen, zinkblendeähnlichen Spessartins von Broken Hill. Er findet sich dort zusammen mit Bleiglanz und bläulichem Quarz.

Ref.: W. Salomon.

**14. Fr. Becke** (in Wien): **Orthoklaskrystalle aus dem Quarzporphyr der Val Floriania** (Ebenda 195—197).

Von Trener aus einem Blocke gesammelte Krystalle lassen in der Größe und dem Vorherrschen der Dimensionen Unterschiede zwischen den einfachen Krystallen und den Karlsbader Zwillingen erkennen. Die Zwillinge sind stets sehr viel umfangreicher und in der Verticalrichtung auffallend länger entwickelt. Die einfachen Krystalle erscheinen daher säulenförmig nach der *a*-Achse, die Zwillinge tafelförmig nach der *M*-Fläche entwickelt. Diese und analoge Erscheinungen bei Albit- und Periklinzwillingen der Oligoklase scheinen immer von der Art zu sein, daß sie durch vermehrtes Wachstum längs der Zwillingsgrenze erklärt werden können.

Ref.: W. Salomon.

**15. C. Doelter** (in Graz): **Beziehungen zwischen Schmelzpunkt und chemischer Zusammensetzung der Mineralien** (Ebenda 297—321. Man vergleiche diese Zeitschr. 40, 301—302 und 420—421).

Verf. gibt in Tabellen, die 14 Seiten umfassen, eine sehr große Anzahl von Schmelzpunktsbestimmungen für die Olivengruppe, Granaten, Lithionglimmer, Magnesiaglimmer, Kaliglimmer, Nephelin, Leucit, Häüyn, Pyroxene, Amphibole, Feldspäte, Spinellide, Eisenglanz, Titanit, Apatit, Andalusit, Disthen. Die Hauptergebnisse sind folgende. In der Olivengruppe steigt der Schmelzpunkt mit abnehmendem Eisengehalt. Kalkgehalt erhöht den Schmelzpunkt. In der Granatgruppe hat die Verbindung  $Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$  einen sehr niedrigen Schmelzpunkt. Eisenoxyd dürfte den Schmelzpunkt stärker herabdrücken als Eisenoxydul. Chrom erhöht ihn bedeutend. Magnesia scheint ihn beim Ersatz von  $CuO$  zu erhöhen. In der Glimmergruppe setzen *Li* und *Fe* den Schmelzpunkt herab;  $Li_2O$  wirkt dabei stärker als  $FeO$ , dies stärker als  $Fe_2O_3$ . *Mg* und *K* scheinen den Schmelzpunkt in gleicher Weise zu beeinflussen.

Der große Unterschied zwischen Häüyn und Sodalith beruht auf Herabsetzung des Schmelzpunktes durch *Cl*. Natron-Häüyn ist schwerer schmelzbar als kalkreicher. Nephelin steht zwischen Sodalith und Häüyn. In der Pyroxengruppe scheint der *FeO*-Gehalt bei den rhombischen und monoklinen Species den Schmelzpunkt herabzudrücken. Gehalt an  $Fe_2O_3$  wirkt aber in noch höherem Maße (Hypersthen). *MnO* im Hedenbergit von Dognaczka drückt ähnlich wie *FeO* den Schmelzpunkt herab. Die Wirkung von  $Al_2O_3$  in den monoklinen Pyroxenen scheint verschiedenartig zu sein; dagegen setzt Alkaliengehalt den Schmelzpunkt herunter. Noch stärker ist diese Wirkung, wenn  $Na_2O$  und  $Fe_2O_3$  zusammen herrschen.

In der Amphibolgruppe drückt *FeO* den Schmelzpunkt herab. Thonerde-

Amphibole sind im allgemeinen leichter schmelzbar als die entsprechenden Pyroxene, was indessen nur auf dem Alkali-gehalte der ersteren beruhen soll. Im übrigen verhalten sich die Amphibole wie die entsprechenden Pyroxene.  $Na_2Fe_2Si_4O_{12}$  ist leichter schmelzbar als  $Na_2Al_2Si_4O_{12}$ .

In der Feldspatgruppe drückt bei den Kalifeldspäten *Na* den Schmelzpunkt bedeutend herab. Bei den *Ca-Na*-Feldspäten erhöht Gehalt an *Ca* den Schmelzpunkt merklich.

In der Spinellgruppe erhöhen *Mg*, *Cr*, *Zn* den Schmelzpunkt; *Fe* erniedrigt ihn.

Die Verbindungen  $Al_2SiO_5$  sind sehr schwer schmelzbar, Andalusit etwas weniger als Disthen.

Durch Vergleich der Mineralgruppen unter einander kommt Verf. zu dem Schlusse, daß »das Verhältnis der Basis zur Säure keine Rolle spielt. Silicate, wie Cyanit, Olivin sind oft schwerer schmelzbar wie saure. Andererseits finden sich in einer und derselben Gruppe so große Unterschiede der einzelnen Glieder, daß die Basicität jedenfalls keine Rolle spielt. Einzelne Elemente dagegen drücken den Schmelzpunkt herab, wie *Na*, *Li*, *Fe*, andere, wie *Ca*, *Mg*, heben ihn; noch mehr ist letzteres der Fall bei *Cr*«. Dimorphe Substanzen unterscheiden sich wenig. Bei isomorphen Mischungen ist kein sprunghafter Unterschied, sondern ein allmählicher Übergang wahrnehmbar.

Ref.: W. Salomon.

**16. E. Weinschenk** (in München): **Über einen eigenartig ausgebildeten Diopsid von Moravicz (Vaskö) in Ungarn** (Tscherma's min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1903, 22, 363—367).

Im körnigen Kalk von Moravicz tritt ein lichterötliches Mineral auf, dessen Analyse durch Cand. chem. Schindelbeck ergab:  $SiO_2$  51,98,  $FeO$  2,96,  $MnO$  5,76,  $MgO$  8,59,  $CuO$  28,96, Glühverlust 0,56; Summe 98,81. Die Krystallflächen liegen sehr ungenau, Fläche und Gegenfläche zum Teil Winkel bildend, die um  $30^\circ$ — $40^\circ$  von  $180^\circ$  abweichen. Beobachtet wurden:  $\{100\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{\bar{3}12\}$ ,  $\{\bar{2}21\}$ ;  $\{010\}$  schmal; sowie gewöhnlich nur durch Schimmereinstellung meßbar, aber aus dem Zonenverbände sicher festgestellt:  $\{021\}$ ,  $\{\bar{1}11\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{221\}$ . Der Habitus weicht von dem des gewöhnlichen Diopsides ab, erinnert aber etwas an das Vorkommen von To Ponds, Monroe, Orange Co. Der hohe Mangengehalt und die starken Abweichungen der Winkelwerte führten zu der Vermutung, daß ein trikliner Pyroxen vorliegen könne. Allein die optische Untersuchung ergab normales monoklines Verhalten.

Ref.: W. Salomon.

**17. R. Koechlin** (in Wien): **Über Zirkon** (Ebenda 368—372).

Verf. hat etwa 60 Zirkone auf ihr spezifisches Gewicht untersucht und findet folgende Zahlen. Es liegen

zwischen	4,00—4,05	3	Bestimmungen
-	4,05—4,10	3	-
-	4,10—4,15	3	-
-	4,15—4,20	9	-
-	4,20—4,25	9	-
-	4,25—4,30	5	-



zwischen 4,30—4,35	1	Bestimmung
- 4,35—4,40	5	Bestimmungen
- 4,40—4,45	5	-
- 4,45—4,50	5	-
- 4,50—4,55	6	-
- 4,55—4,60	12	-
- 4,60—4,65	16	-
- 4,65—4,70	15	-
- 4,70—4,75	3	-

Es liegt also ein Maximum bei 4,2, ein zweites bei 4,6, ein Minimum zwischen 4,30 und 4,35.

Die leichteren Zirkone sind weicher als Quarz, obwohl nur ganz frische Vorkommnisse untersucht wurden; die schwereren sind im allgemeinen härter. Die Grenze fällt mit dem angeführten Minimum zusammen. Auch die Farbe ergibt eine ähnliche Trennung. Von 32 Steinen, die leichter als 4,3 sind, sind 29 grün, von 68 schwereren nur 7 grün. An einem Exemplare der Mittelreihe wies nun Hlawatsch bei einem spec. Gew. von 4,44 sehr schönen Zonenbau nach, so daß die mittleren Glieder der Reihe wohl aus isomorphen Mischungen der leichten und der schweren Zirkonart bestehen. Zu einer Trennung und Neubenennung geht der Verf. aber im Hinblick auf die Arbeit von Stěvanović (diese Zeitschr. 37, 235) noch nicht über.

Ref.: W. Salomon.

**18. F. Cornu** (in Wien): **Zeolithvorkommen des böhmischen Mittelgebirges** (Tscherma's min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1903, 22, 373—378).

Bei sorgfältiger Prüfung der Angaben ergibt es sich, daß nur die folgenden Zeolithe mit Sicherheit im böhmischen Mittelgebirge aufgefunden sind: Comptonit, Phillipsit, Chabasit, Analcim, Apophyllit, Natrolith, Zeophyllit, Heulandit, Gismondin. Angaben über andere Species scheinen dem Verf. zweifelhaft zu sein. Die Mitteilungen über Harmotom beziehen sich auf Phillipsit, die über Skolezit (Außig und Böhmisches-Leipa) wahrscheinlich auf Natrolith, die über Desmin auf Comptonit. Neu sind die im folgenden aufgeführten Beobachtungen.

Der Fundort des Gismondins ist Salesl an der Elbe (nicht Salesl bei Großpriesen). Das Mineral ist dort sehr selten. Stilbit kommt mit Phillipsit und Kalkspat in bis 5 mm großen Krystallen als Seltenheit im Leucitphrit des Eulenberges bei Leitmeritz vor. Die Angabe im mineralogischen Lexikon (Zepharovich) über roten Stilbit bei Schima bezieht sich auf Rubellan. Neu ist Phillipsit für Salesl an der Elbe, für Wannov, Zirkowitz und das »böhmische Bergel« bei Milleschau. Neu ist ferner Comptonit von Reichen bei Bensen, Wellem und Rübendörfel. Natrolith wird angegeben für Zirkowitz an der Elbe, Lellowa in der Nähe von Borešlau, Jedowin bei Lochtschitz. Apophyllit fand sich zusammen mit Natrolith bei Lellowa und ferner in Drusenräumen des Leucitphrits vom Eulenberge bei Leitmeritz.

Ref.: W. Salomon.

**19. Fr. Becke** (in Wien): **Über Bestimmung der Dispersion der Doppelbrechung** (Ebenda 378—380).

$l_{Na}$  sei der Abstand zweier im Babinet'schen Compensator bei Na-Licht erscheinenden benachbarten dunklen Streifen, ausgedrückt in Umdrehungen der Mikrometerschraube des Compensators. Die Dicke,  $d$ , einer der Hauptaxe

parallelen Quarzplatte, die einen Gangunterschied von einer Wellenlänge des angewandten  $N_a$ -Lichtes erzeugt, ist gleich  $l_{Na}$ , multipliziert mit einer noch festzustellenden Constanten,  $C$ , des Instrumentes. Es bestehen also folgende Gleichungen:

$$l_{Na} \cdot C = d; \quad d(\varepsilon - \omega)_{Na} = \lambda_{Na}. \quad (1)$$

Daraus ergibt sich: 
$$C = \frac{\lambda_{Na}}{l_{Na}(\varepsilon - \omega)_{Na}}. \quad (2)$$

Beobachtet man nun die Verschiebung, welche der Compensationsstreifen im Babinet, durch Einschaltung einer Mineralplatte von der Dicke  $D$  und der Differenz  $(\gamma - \alpha)_{Na}$  erfährt, nennt man sie (in Umdrehungen der Mikrometerschraube)  $L_{Na}$  und den durch die eingeschobene Platte erzeugten Gangunterschied  $\Gamma$ , so besteht die Gleichung:

$$\Gamma = L_{Na}(\varepsilon - \omega)_{Na} \cdot C, \quad \text{aber auch } \Gamma = (\gamma - \alpha)_{Na} \cdot D, \quad \text{also:}$$

$$(\gamma - \alpha)_{Na} = \frac{L_{Na} \cdot (\varepsilon - \omega)_{Na} \cdot C}{D}. \quad (3)$$

Nach Einsetzung des Wertes für  $C$  aus (2) ergibt sich:

$$(\gamma - \alpha)_{Na} = \frac{L_{Na} \cdot (\varepsilon - \omega)_{Na}}{D} \cdot \frac{\lambda_{Na}}{l_{Na} \cdot (\varepsilon - \omega)_{Na}} = \frac{L_{Na} \cdot \lambda_{Na}}{D \cdot l_{Na}}. \quad (4)$$

Wird eine Lichtart von unbekanntem  $\lambda$  angewandt, ist  $L_\lambda$  die Zahl der Schraubendrehungen des Compensators bei Einstellung des Compensationsstreifens,  $l_\lambda$  der Abstand zweier benachbarter dunkler Streifen im Compensator bei gleicher Beleuchtung, so ist  $(\gamma - \alpha)_\lambda$  und  $\lambda$  zu bestimmen. Man hat nach (1)

$$l_\lambda \cdot (\varepsilon - \omega)_\lambda \cdot C = \lambda.$$

Daraus folgt: 
$$\frac{\lambda}{(\varepsilon - \omega)_\lambda} = l_\lambda \cdot C. \quad (5)$$

Es gelingt also, das Verhältnis der Wellenlänge des angewandten Lichtes und der Differenz der Brechungsindices des Quarzes für dieselbe Lichtart zu ermitteln. Dies Verhältnis ändert sich aber sehr mit wechselnder Wellenlänge, wie aus der folgenden Tabelle (nach Angaben von Landolt und Börnstein) ersichtlich:

	$\lambda$	$\varepsilon - \omega$	$\lambda : (\varepsilon - \omega)$
<i>A</i>	0,000759	0,00894	0,085
<i>B</i>	687	900	76
<i>C</i>	656	903	72
<i>D</i>	589	944	65
<i>E</i>	527	923	57
<i>F</i>	486	930	52
<i>G</i>	434	944	46
<i>h</i>	410	954	43
<i>H</i>	397	959	41

Das Verhältnis  $\lambda : (\varepsilon - \omega)$  ist fast genau eine lineare Function der Wellenlänge. Man kann daher  $\lambda$  aus  $[\lambda : (\varepsilon - \omega)]$  berechnen. Die Formel dazu ist:

$$\lambda = \frac{\lambda}{\varepsilon - \omega} \cdot 0,00834 + 0,000049.$$

Noch mehr empfiehlt der Verf., dessen klare und gedrängte Darstellung hier fast wörtlich wiedergegeben werden mußte, die Herstellung einer Zeichnung auf Koordinatenpapier, die an der Curve des Verhältnisses  $\lambda : (\epsilon - \omega)$  direct die zugehörige Wellenlänge  $\lambda$  abzulesen gestattet. Ist  $\lambda$  bekannt, so ergibt sich dann auch nach (4)  $(\gamma - \alpha)_\lambda$  aus der Formel:

$$(\gamma - \alpha)_\lambda = \frac{L_\lambda \cdot \lambda}{D \cdot l_\lambda}.$$

Mit dieser Methode sind die Stärken der Doppelbrechung im Riebeckit und Ägirin des Gloggnitzer Forellensteins von H. Graf Keyserling auf Veranlassung des Verfs. ermittelt worden (s. S. 489).

Ref.: W. Salomon.

**20. G. Tschermak (in Wien): Eine Beziehung zwischen chemischer Zusammensetzung und Krystallform** (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1903, 22, 393—402).

»Die Forderung eines räumlichen Zusammenhanges zwischen der Structur der chemischen Verbindungen und ihrer Krystallform ist unabweislich und der Wiederholung gleicher Richtungen im Krystalle muß eine Wiederholung gleicher chemischer Einheiten oder Gruppen entsprechen. Diese scheint meistens durch mehrfaches Zusammentreten jener Einheiten oder Gruppen hervorgebracht zu werden, welche durch die einfachste chemische Formel angegeben sind.«

Beispiele für diesen Satz müßten im regulären Systeme auf das Vorhandensein gleicher Richtungen in der 3- bzw. 4- bzw. 6-Zahl hinweisen. 3- und 4-Zahl ist denn auch angedeutet im Eulytin  $3\text{SiO}_4 \cdot \text{Bi}_4$ , im Kalium-Zirkoniumfluorid  $3\text{KF} \cdot \text{ZrF}_4$ . Beispiele für 3-Zahl sind:  $12\text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{SO}_4 \cdot \text{AlK}$  und die isomorphen Alaune;  $6\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Br}_2\text{O}_6 \cdot \text{Mg}$ ,  $6\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Cl}_2\text{O}_6 \cdot \text{Ni}$ ,  $\text{Cl}_6 \cdot \text{PtK}_2$  und isomorphe Verbindungen;  $\text{Cl}_6 \cdot \text{SnK}_2$ ,  $\text{F}_6 \cdot \text{Si}(\text{NH}_4)_2$ ,  $\text{Cl}_6 \cdot \text{Pb}(\text{NH}_4)_2$ ,  $6\text{NH}_3 \cdot \text{NiJ}_2$ ,  $3\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{MO}_3$ ,  $3\text{SiO}_4 \cdot \text{BeMn} \cdot \text{MnS}$  (Helvin),  $3\text{B}_4\text{O}_8 \cdot \text{Mg}_2 \cdot \text{B}_4\text{O}_6 \cdot \text{MgCl}_2$  (Boracit),  $3\text{SO}_4 \cdot \text{Mg}_2\text{K}_2$  (Langbeinit und isomorphe Verbindungen),  $3\text{AgPO}_4$  und  $3\text{Ag} \cdot \text{AsO}_4$ ,  $3\text{Ti}_3\text{N}_2 \cdot \text{Ti}(\text{CN})_2$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$ , ferner  $12\text{H}_2\text{O} \cdot 5(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2)_2 \cdot \text{Pb}$ ,  $4(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2)_2 \cdot \text{Ca}$  und isomorphe Propionate,  $\text{Cl}_{12} \cdot 2\text{C}_6\text{H}_5$  (Diphenyldodekachlorid usw.).

Die Vierzahl allein ist seltener angedeutet. Beispiele:  $4\text{CN} \cdot \text{ZnTi}_2$ ,  $4\text{J} \cdot \text{Sn}$ .

Im hexagonalen Systeme sollten Beispiele die Existenz von sechsmal ein Paar Doppelrichtungen (Richtung und Gegenrichtung) oder sechs Paaren oder nur sechs gleichen Richtungen andeuten. Die 6-Zahl findet sich denn auch bei den folgenden Verbindungen:  $12\text{H}_2\text{O} \cdot \text{PtCl}_6 \cdot \text{Mg}$  und isomorphen Verbindungen,  $12\text{H}_2\text{O} \cdot \text{VO}_4 \cdot \text{Na}_3$  und isomorphen Verbindungen,  $12\text{H}_2\text{O} \cdot 3\text{SO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Li}_2$  und den isomorphen Verbindungen von *Se*, *Cr*, *Mo* und *W*,  $\left. \begin{array}{l} 6\text{H}_2\text{O} \cdot \text{PtCl}_6 \cdot \text{Ni} \\ 6\text{H}_2\text{O} \cdot \text{SnF}_6 \cdot \text{Mg} \end{array} \right\}$  und isomorphen Verbindungen.

Die Dreizahl ist dagegen angedeutet in  $3\text{SO}_3 \cdot \text{NK}_2\text{Na}$  und  $3\text{P}_2\text{O}_8 \cdot \text{Ca}_3 \cdot \text{CaF}_2$  (Apatit und isomorphen Verbindungen).

Im tetragonalen Systeme kommt die Vierzahl in den einfachsten Formeln oft deutlich zum Vorschein:  $8\text{H}_2\text{O} \cdot \text{SrO}_2\text{H}_2$  (nicht zu schreiben  $\text{SrO} + 9\text{aq}$ ), ferner  $8\text{H}_2\text{O} \cdot \text{ZrOCl}_2$ ,  $8\text{H}_2\text{O} \cdot \text{As}_2\text{O}_8(\text{UO}_2)_2 \cdot \text{Cu}$ ,  $8\text{H}_2\text{O} \cdot (\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_4 \cdot \text{CaCu}$ ,  $4\text{H}_2\text{O} \cdot \text{B}_4\text{O}_7(\text{NH}_4)_2$ ,  $\text{F}_4 \cdot \text{Si} \cdot 3\text{NH}_4\text{F}$ ,  $\text{O}_4 \cdot \text{Sn}_2$ ,  $\text{O}_4 \cdot \text{Ti}_2$ ,  $\text{O}_4 \cdot \text{SiZr}$  und viele andere anorganische und Kohlenstoffverbindungen, die im Original aufgeführt sind.

Für das trigonale System ist die Dreizahl charakteristisch. Man vergleiche  $3\text{H}_2\text{O} \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{Na}_2$ ,  $3\text{H}_2\text{O} \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{NaLi}$  und  $6\text{H}_2\text{O} \cdot \text{SrCl}_2$ ,  $6\text{H}_2\text{O} \cdot \text{CaCl}_2$ ,  $6\text{H}_2\text{O} \cdot \text{AlCl}_3$ ,

$6H_2O.SiF_6Mg$  (und isomorphe Verbindungen),  $3AlH_2O_2.KS_2O_8$  (Alunit),  $3AgS.Sb$  und  $3AgS.As$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_2Cl_6$ ,  $3CNO.(C_2H_5)_2H$  usw.

Alle diese trigonalen Verbindungen sind nach dem Typus  $A_3B$ , die tetragonalen nach  $A_4B$ , die hexagonalen nach  $A_6B$  und die regulären meist auch nach dem Typus  $A_3B$  gebaut, wobei man allerdings unter  $A$  nicht nur ein einfaches Glied der Verbindung, wie  $Cl$  oder  $H_2O$ , sondern auch Paare, wie z. B.  $Cl_2$  verstehen muß.

Die Systeme mit geringerer Symmetrie und die einzelnen Krystallklassen der höher symmetrischen Systeme hat der Verf. vorläufig nicht weiter verfolgt.

Die geschilderte Methode kann auch dazu dienen, die größere oder geringere Glaubwürdigkeit complicierter Formeln zu beleuchten oder ihre Gliederung zu ermöglichen. Die besten Fehleranalysen führen zu der Formel  $Sb_4S_{13}Cu_{10}Zn_2$ . Entsprechend dem regulären Typus gliedert der Verf. nun in:  $3SbS_3Cu_3.SbS_4CuZn_2$ , wobei die Analogie des ersten Teiles mit den Rotgültigerzen, die des zweiten mit Stefanit und Geokronit hervortritt. Die Thugutt-Moroze-wiczsche Nephelinformel  $Si_{11}O_{42}Al_{10}K_2Na_8$  läßt sich gliedern in  $6SiO_4AlNa.Si_5O_{18}Al_4K_2Na_2$ , wobei das erste Glied der künstlich dargestellten Verbindung entspricht.

Die Rammelsberg-Groth'sche Formel des Apophyllits ist nach dem Verf. durch  $Si_{15}O_{55}Ca_5K_2H_{32}$  zu ersetzen. Diese läßt sich gliedern in:  $4Si_3O_{11}Ca_2H_6.Si_3O_{11}K_2H_8$ , wobei das erste Glied dem nicht selten zusammen mit dem Apophyllit vorkommenden Gurolit entspricht.

Für den Pyrosmalith nimmt der Verf. entsprechend den Ludwigschen Analysen an:  $Si_9O_{36}Fe_{12}H_{14}Cl_2$  und gliedert dann entsprechend dem trigonalen Typus in:  $3Si_2O_9Fe_3H_4.Si_3O_9Fe_3H_2Cl_2$ , worin das erste Glied dem Serpentin entspricht.

Außerdem geht der Verf. auch auf die Erklärung von Dimorphie und Polymorphie durch verschiedene Zahl der chemischen Moleküle im Krystallmolekül ein. So erklärt sich die Dimorphie von  $CaCO_3$ , wenn man die Raumgitterhypothese zu Hilfe nimmt. Das rhomboëdrische Molekularnetz nimmt für jedes Krystallmolekül drei gleiche Doppelrichtungen (Richtung und Gegenrichtung) an.

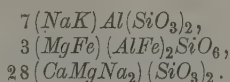
Die Formel  $OC\overset{O}{O}Ca$  ergibt aber nur eine Hauptrichtung, weshalb der Verf. sich das Krystallmolekül aus sechs chemischen Molekülen bestehend denkt. Das rhombische Molekularnetz erfordert für die Krystallmoleküle des Aragonits drei verschiedenartige, zu einander senkrechte Doppelrichtungen. Nimmt man nun zwei chemische Moleküle in linearer Vereinigung zu einem Krystallmolekül an, also  $Ca\overset{O}{O}CO \cdot OC\overset{O}{O}Ca$ , so erhält man die drei gesuchten Doppelrichtungen.

Ref.: W. Salomon.

**21. L. Hezner (in Zürich): Ein Beitrag zur Kenntnis der Eklogite und Amphibolite mit besonderer Berücksichtigung der Vorkommnisse des mittleren Ötztals** (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1903, **22**, 437—474 und 505—580).

Die Arbeit enthält einige Angaben über Omphacit, die wiedergegeben werden müssen. In den Ötztaler Eklogiten tritt der typische hell smaragdgrüne Omphacit auf. Indessen wechselt die Farbe etwas, und die Untersuchung ergab, daß neben einander verschieden stark doppelbrechende Varietäten vorkommen.

Gemessen wurde  $\gamma - \alpha$  zwischen  $0,046$  und  $0,025$  (auf Grund der Interferenzfarben und der Schliffdicke). Die Auslöschungsschiefe ( $c : c$ ) auf  $(010)$  ergab für die schwach doppeltbrechenden Omphacite  $44,05^0$  im Durchschnitt, für Varietäten von mittlerer Doppelbrechung  $40,55^0$ , für die am stärksten doppeltbrechenden  $40,33^0$ . Eine leuchtend grüne Varietät von etwa  $40^0$  Auslöschungsschiefe ergab nach sorgfältiger Isolierung, wobei nur kleine Mengen von Quarz und Rutil beigemischt blieben:  $SiO_2$  54,21,  $TiO_2$  0,46,  $Al_2O_3$  10,91,  $Fe_2O_3$  3,12,  $FeO$  1,33,  $CaO$  14,61,  $MgO$  10,03,  $K_2O$  0,92,  $Na_2O$  4,51,  $H_2O$  unter  $110^0$  0,05; Summe 100,15. Spec. Gew. 3,33. Aus der Analyse berechnete Formel:



Ref.: W. Salomon.

**22. O. Pohl** (in Prag): **Über Turnerit und Anatas von Prägratten in Tirol** (Tscherma's min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1903, 22, 472—484, mit Tafel VI).

Verf. untersuchte das zuerst von Cathrein<sup>1)</sup> beschriebene, dann auch von Bowman<sup>2)</sup> berücksichtigte Vorkommen vom Säulenkopfe auf der Trossnitzalpe, das einzige Tiroler Vorkommen. Die vier studierten Kryställchen von Monazit (Turnerit) erreichen im Maximum  $3 \times 4,5 \times 0,5$  mm. Einer der Krystalle ist verzwilligt. Zwillings- und Verwachsungsebene ist  $(100)$ , genau wie es bereits Cathrein beschrieben hat. Von den diesem vorliegenden Krystallen unterscheiden sich die des Verf. wesentlich nur durch das Auftreten von  $\{111\}$  und die bessere Ausbildung der Flächen  $\{210\}$ ,  $\{310\}$ ,  $\{211\}$ ,  $\{311\}$ . Auslöschung auf  $(010)$   $3,4^0$  ( $c : c$ ).  $2E_{Na} = 35^0 57'$ .  $\rho > v$ .  $\alpha = 1,794$ .

Zusammen mit dem Monazit tritt Anatas in hell braungelben Kryställchen auf. Dimensionen im Maximum  $6,25 \times 4,55 \times 4,43$  mm. 71 meist schlechte Kryställchen wurden untersucht. Formen:  $\{001\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{112\}$ ,  $\{117\}$ ,  $\{337\}$ ,  $\{2.2.11\}$ ,  $\{101\}$ ,  $\{107\}$ ,  $\{2.1.10\}$ ,  $\{5.1.19\}$ .  $\{111\}$  herrscht vor.  $\{112\}$  und  $\{337\}$  finden sich nie gleichzeitig an demselben Krystalle. Als neu wird  $\{2.2.11\}$  angegeben (Buchstabe E). Winkel  $(2.2.11) : (\bar{2}.2.11)$  gemessen  $49^0 9'$ , berechnet  $49^0 8'$ . Farbe für E gelb, für O gelbgrün mit bläulichem Stich.

Aus einigen Krystallen wachsen Rutilnadeln in Büscheln heraus, was als Umwandlungserscheinung gedeutet wird.

Ref.: W. Salomon.

**23. F. Focke** (in Wien): **Über den als Desmin angesehenen Albit von Schlaggenwald** (Ebenda 485—490).

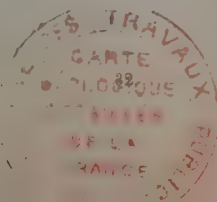
Der bisher nur von Zippe richtig erkannte, von anderen Autoren<sup>3)</sup> für Desmin gehaltene Albit zeigt die Formen:  $\{001\}$ ,  $\{\bar{1}01\}$ ,  $\{1\bar{1}0\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{1\bar{1}0\}$ ,  $\{010\}$ , seltener  $\{\bar{1}\bar{1}1\}$ . Größe der Krystalle im Durchschnitt 6 mm. Vorherrschend  $\{\bar{1}01\}$ . Sämtliche Krystalle sind Zwillinge nach dem Albitgesetze, die sich dann ihrerseits wieder nach dem Karlsbader oder Manebacher Gesetze vereinigen. Die Manebacher Zwillinge sind nun als Durchkreuzungszwillinge (Abbildung) ausgebildet. Sie haben das Aussehen eines Andreaskreuzes. Die  $c$ -Achsen

1) Neues Jahrb. f. Min. usw. 4899, 2, 437.

2) Diese Zeitschr. 33, 413.

3) Vergl. Zepharovichs Lexikon.

Groth, Zeitschrift f. Kristallogr. XLII





bilden nach der Berechnung einen spitzen Winkel von  $52^{\circ} 48'$ . Genaue Messungen waren bei der Beschaffenheit der Krystalle nicht möglich. Härte 6,5. Spec. Gew. 2,646. Auslöschung auf (001)  $+3,5^{\circ}$ — $4^{\circ}$ , auf (010)  $+19^{\circ}$ .

Der Albit kommt zusammen mit Quarz und Fluorit, Kupferkies und selten Apatit vor.

Ref.: W. Salomon.

**24. C. Hlawatsch (in Wien): Zwei krystallisierte Hüttenproducte von Beraun** (Tscherma's min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1903, 22, 497—499).

Die untersuchten Krystalle fanden sich im Gestellmauerwerk eines Hüttenofens. Breit säulenförmige Krystalle erwiesen sich als Ferromangan. Die Prismenzone war gut meßbar. Das Mittel aus Messungen an acht Krystallen ergab für (010):(110)  $= 56^{\circ} 9,4'$ . Der Prismenwinkel beträgt also  $67^{\circ} 24,8'$ . Rathke hat nun an einem 45% Mn-haltigen Vorkommen einen Prismenwinkel von  $43^{\circ} 50'$  gemessen, woraus sich für (110):(010)  $= 68^{\circ} 5'$  ergibt. Er glaubte daher, daß Mallard diesen Winkel irrthümlich für den Prismenwinkel gehalten habe. Verf. weist aber nach, daß der Rathkesche Winkel genau für {530} stimmt. Eine Analyse durch R. Doht ergab: C 5,34%, Fe 93,54, Mn 0, Rest = Si, P, S (nicht mehr bestimmbar). Für die untersuchte rhombische Modification des Ferromangans schlägt der Verf. den Namen »Spencerit« vor, da für die triklinische Modification der Name Cementit verwendet wird und kein anderer einwandfreier Name zur Verfügung steht.

Die zweite Substanz, dünne Nadeln, erwies sich als Phosphoreisen, vermutlich identisch mit Rhabdit. Die Messungen des Verfs. bestätigten im wesentlichen Mallards Ergebnisse. Nur waren am Krystallende nicht vier, sondern stets nur zwei Flächen entwickelt, worauf hin Zugehörigkeit zur skalenoëdrischen Klasse vermutet wird. Messungen in der Prismenzone ergaben an sieben Krystallen innerhalb der Fehlergrenzen  $90^{\circ}$  bzw.  $45^{\circ}$ . Nimmt man die breiteren Flächen als {100} an, so ergeben sich für die Kopfflächen (an vier Krystallen die Positionswinkel  $\varphi = 45^{\circ}$ ,  $\varrho = 26^{\circ} 5'$ , also (111):(111)  $= 52^{\circ} 10'$ . Daraus ergibt sich  $a:c = 4:0,3462$ . Die Aufstellung ist gegen Mallards um  $45^{\circ}$  gedreht.

Ref.: W. Salomon.

**25. Derselbe: Eine merkwürdige Hornblende aus dem Gabbro-Diorit von Jablanica** (Ebenda 499—500).

In dem von C. von John beschriebenen Gestein fand Verf. eine Hornblende von folgenden Eigenschaften in einem nicht mehr ganz frischen Vorkommen. Der Haupttheil der Krystalle zeigt die gewöhnlichen braunen bis gelben Farben. An den Enden der Krystalle aber und in der Nähe von scheinbaren Einschlüssen (Einbuchtungen), ja zum Theil auch in der Mitte ist der Pleochroismus abweichend.  $\alpha$  war etwas dunkler gelbbraun,  $\gamma$  dunkelblaugrün,  $\beta = \gamma$  oder mit bräunlichem Stich. Die braune Hornblende besitzt einen ziemlich großen Axenwinkel bei undeutlicher Dispersion, die grüne hat dagegen einen sehr kleinen Axenwinkel ( $2V$  etwa  $40^{\circ}$  bis fast  $0^{\circ}$ ); Dispersion  $\varrho > v$ . Lagenänderung von  $\alpha$  (spitze Bisectrix) innerhalb desselben Individuums nicht nachweisbar. In Schliffen || (010) waren keine Unterschiede in der Auslöschung und Doppelbrechung wahrnehmbar.  $c:c = 18^{\circ}$ . Die Grenze zwischen der grünen und der braunen Hornblende ist theils unscharf, theils ganz scharf, krystallographisch bestimmt. Bei unscharfer Grenze ist die braune Hornblende in der Umgebung der grünen theils »ausgebläßt«, theils hatte sie einen grünlichen Stich bekommen. Eine merkliche Abnahme des

Axenwinkels zeigten aber solche anscheinenden Übergänge nicht«. Die Hornblende ist stellenweise so mit Biotitblättern verwachsen, daß die Maxima der Absorption annähernd zusammenfallen und die Spaltrisse parallel sind. Zwei Hornblenden mit ähnlichem Pleochroismus, aber  $\perp$  auf (010) stehender Axenebene sind durch den Verf. und Becke bekannt geworden. »Der gleiche Pleochroismus in Verbindung mit dem starken Abnehmen des Axenwinkels bei der Hornblende von Jablanica läßt vermuten, daß hier ein Übergang zu den Hornblenden, deren Axenebene  $\perp$  auf (010) steht, vorliegt.« Für diesen Fall hält Verf. eine Entstehung dieser abweichenden Beschaffenheit der Hornblenden durch Verwitterung für wahrscheinlich.

Ref.: W. Salomon.

**26. C. Hlawatsch** (in Wien): **Absorptionsspectrum b und c des Alexandrit** (Tschermaks min. u. petrogr. Mittell. Wien 1903, 22, 500—501).

An einem Krystalle von der Takowaya wurden zwei Flächen  $\parallel$  (100) (Aufstellung von Dana) angeschliffen. Das 4 mm dicke Präparat zeigte bei Tageslicht den Pleochroismus c blaugrün, b gelb. Bei elektrischem Glühlichte war b gelbbrot. Das Spectrum zeigte für die  $\parallel$  c schwingenden Strahlen dieselbe Erscheinung, wie eine verdünnte Lösung von Chromoxydkali. Violett ist nämlich bis zu  $\lambda = 0,46\mu$  ausgelöscht, und im Gelb tritt ein dunkles Band zwischen  $\lambda = 0,57$  und  $\lambda = 0,62\mu$  auf. Außerdem fanden sich aber noch zwei scharfe, schmale Linien bei  $\lambda = 0,64$  und  $\lambda = 0,67$ , die bei Chromoxydkalilösung, bei gekochter Chromalaunlösung und bei den  $\parallel$  b schwingenden Strahlen fehlen. Der dunkle Streifen im Gelb löste sich bei intensiver Sonnenbeleuchtung in drei Streifen auf. Die  $\parallel$  b schwingenden Strahlen zeigen im Violett dieselbe, im Gelb aber bedeutend schwächere Absorption.

Ref.: W. Salomon

**27. Derselbe: Titanit von Moos im Passeier** (Ebenda 501—502).

Auf großen Albitkrystallen sitzen kleine braune, stark glänzende axinitähnliche Kryställchen auf, deren Messung ergab, daß sie zum Titanit gehören. Sie haben die Formen: {111}, {102}, {110}, {114}. Die kleinere Entwicklung von {114} im Verhältnis zu {111} bedingt den axinitartigen Habitus. Optisch untersucht erwiesen sich die Krystalle als Zwillinge. Die Dispersion von  $\beta - \alpha$  ist so groß, daß die Krystalle zu den Leukocykliten zu stellen sind.

Ref.: W. Salomon.

**28. Derselbe: Ein Chabasitvorkommen von Predazzo** (Ebenda 502).

Auf stark zersetztem Porphyrit von der Contactstelle zwischen Porphyrit und Monzonit an der Straße nach Mezzavalle sitzen zahlreiche, etwa 1 mm große farblose Rhomboëder von Chabasit. Sie sind nicht meßbar, scheinen aber Zwillinge nach dem gewöhnlichen Gesetze zu sein.

Vom Verf. beschriebener »Perowskit« aus Olivinpsedomorphosen in dunklen Gänggesteinen des Travignokotales erwies sich als Picotit.

Ref.: W. Salomon.

**29. K. Redlich** (in Leoben): **Turmalin in Erzlagerstätten** (Ebenda 502—504).

Verf. wies in den goldführenden Quarzlinsen von Schellgaden im Lungau Turmalin, teils im Quarz selbst, teils an der Grenze gegen die umgebenden

Schiefer nach. Ebenso findet sich Turmalin in erheblicher Menge in einem Ganghandstücke von Coolgardie in Australien; und endlich wies Verf. Turmalin in größeren einschlußartigen Partien im Siderit von Altenberg in Steiermark nach.

Ref.: W. Salomon.

**30. J. Göbl** (in Prag): **Pseudomorphose von Quarz nach Kalkspat oder Dolomit** (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1903, 22, 584—584).

Ein Stück von Reschitza besteht aus licht grünlichgelbem Serpentin, vom Verf. als »Schweizerit« bezeichnet, und aus bis zu 4,5 cm Kantenlänge erreichenden Rhomboëdern von Quarz nach Kalkspat oder Dolomit. Polkantenwinkel der Rhomboëder  $74^{\circ}55'$ . Die Analyse des Serpentin ergab:  $SiO_2$  44,32,  $FeO$  2,22,  $Al_2O_3$  0,95,  $MgO$  41,58,  $H_2O$  44,12; Summe 100,19. Die Berechnung ergibt:  $2SiO_2 \cdot 3Mg(Fe)O \cdot 2H_2O$ .

Ref.: W. Salomon.

**31. V. Neuwirth** (in Olmütz): **Über einige interessante Epidotkrystalle von Zöptau** (Ebenda 584—590).

Die meisten vom Verf. untersuchten Stücke stammen aus Klüften und Nestern des Amphibolschiefers am »Pfarrerbgut« bei Zöptau, wo der Epidot zusammen mit Prehnit oder Albit vorkommt. Ein Krystall stammt vom »Butterhübel« bei Marschendorf und fand sich auf einem von Pistazit durchsetzten Amphibolit aufgewachsen. Elf Figuren erläutern die Beschreibung, die hauptsächlich die verschiedenartige Entwicklung der einzelnen bereits bekannten Formen, den sonderbaren Habitus einzelner Zwillinge und die oberflächliche Beschaffenheit der Flächen behandelt.

Ref.: W. Salomon.

**32. K. A. Redlich** (in Leoben): **Die Walchen bei Öblarn. Ein Kiesbergbau im Ennstal** (Berg- u. Hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien 1903, 51, 4. Heft, 62 S., 2 Tafeln).

In der »Quarzphyllitzone«, welche sich aus grausilberglänzenden Schiefen und einzelnen grauen Kalkbänken aufbaut, liegen drei unter  $33^{\circ}$ — $34^{\circ}$  nach N. einfallende Kieslager, deren Mächtigkeit bis auf 3 m ansteigt. Die Schiefer bestehen vornehmlich aus Quarz, Muscovit und Chlorit, wozu noch Feldspat, oft recht reichlich auch Carbonate, dann Magnetit und Rutil, sowie sporadisch Turmalin kommen.

Die Hauptmasse der Kieslager, welche wahrscheinlich durch Verdrängung von Kalklagern entstanden, bildet Schwefelkies, neben dem noch Kupfer-, Magnet- und Arsenkies, dann Bleiglanz, Fahlerz, Zinkblende, Antimonit, Pyrargyrit, Calcit, untergeordnet auch Siderit, Ankerit und Quarz, endlich in den Oxydationszonen: Azurit, Malachit und Limonit einbrechen.

Pyritwürfel bis zu 5 mm Kantenlänge treten im Nebengestein auf, Kupferkies durchsetzt auch in schmalen Trümmern die Kieslager und Arsenkies (Mispickel) kommt derb, sowie in stark glänzenden 1—2 mm großen Kryställchen vor, an welchen die Formen: {110}, {011} und {012} beobachtet wurden. Dieselben sind mit Ausnahme der schwach geriefen, brachydiagonalen Domenflächen ausgezeichnet glattflächig und besitzen eine Dichte von 6,16.

Der Gehalt der Erze an Kupfer und an göldischem Silber hat mit zunehmender Teufe abgenommen und beträgt jetzt 1,7% Cu und 90 g göldischem Silber pro t (1000 kg) Erz.

Ref.: R. Canaval.

**33. J. Härhager** (in Dürbach, Steiermark): **Das Eisensteinvorkommen bei Neumarkt in Obersteier** (Österr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenwesen 1903, 337—339, 352—355).

Die Erze: Eisenglanz und Magneteisenerz kommen am Contacte von Kalk und Phyllit vor.

Ref.: R. Canaval.

**34. K. A. Redlich** (in Leoben): **Die Kupferschürfe des Herrn Heraeus in der Veitsch** (Ebenda 449—450).

Derselbe: **Über das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der steirischen Alpen** (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1903, 53, 245—294).

Vom Dürsteinkogel in der Veitsch bildet der Verf. ein Ortsbild ab, welches dafür spricht, daß hier eine Verdrängung von (carbonischem) Kalk durch kupferkies- und fahlerzführenden Quarz erfolgte.

Ähnliche Vorgänge sind auch im Gebiete des alten Kupferbergbaues in der Radmer und weiterhin zwischen Radmer und Johnsbach zu beobachten, wo an der Grenze von (silurisch-devonischen) Schieferen und Kalken Ankerit, Siderit, Kupferkies, Fahlerz, dann Zinnober und Arsenkies auftreten.

Wie ferner eine Reihe von Analysen lehrt, führen von den Ankeriten zu den Pinolitmagnesiten ebenso zahlreiche Übergangsformen, wie von den Sideriten zu den Ankeriten. Speziell die Pinolitmagnesite der Veitsch lassen dann auch deutlich erkennen, daß in eine Dolomitmasse die Magnesitcarbonate erst nachträglich eingedrungen sind (Ausführliches hierüber s. Nr. 37).

Ref.: R. Canaval.

**35. Geologisch-bergmännische Karten mit Profilen von Raibl nebst Bildern von den Blei- und Zinkerzlagertstätten in Raibl.** Aufgenommen von den k. k. Bergbeamten. Redigiert von dem k. k. Ministerialrate Wilhelm Göbl. Herausgegeben vom k. k. Ackerbauministerium Wien 1903.

Das Werk, welches eine geologische und eine geologisch-bergmännische Karte, 2 Blätter mit Profilen, 64 Lagerstättenbilder, 3 Bilder von Handstücken und 39 Seiten Text enthält, ergänzt die grundlegende Monographie Pošepnyš über Raibl, welche dadurch auch in mehreren wichtigen Punkten berichtet wird.

Der prächtige, als »Grotte« bezeichnete Hohlraum, den man 1492 am 7. Johanni-Firstenlauf aufdeckte, und dessen Wände mit allen bekannten Arten von Raibler Erzen ausgekleidet sind, lehrt, daß Metallsulfide unter entsprechenden Bedingungen in Carbonate, Silicate und Hydroxyde umgewandelt werden können.

Ref.: R. Canaval.

**36. C. v. John und C. F. Eichleiter** (beide in Wien): **Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der k. k. geologischen Reichsanstalt, ausgeführt in den Jahren 1901—1903** (Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst. Wien 1903, 53, 481—514).

I. Spateisenstein von Rudo in Kroatien. II. Limonit (Sumpferz) von Trebitsch in Mähren. III. Brauneisenstein von Thal bei Graz.

	I.	II.	III.
$FeCO_3$	69,52 { 43,45 $FeO$ 26,37 $CO_2$	$Fe_2O_3$ 68,16 (47,74 $Fe$ ) $CaO$ 9,35	$Fe_2O_3$ 69,64 (48,75 $Fe$ ) $Al_2O_3$ 4,20
$CaCO_3$	1,68 { 0,94 $CaO$ 0,74 $CO_2$	$P_2O_5$ 3,71 (1,62 $P$ ) In $HCl$	$CaO$ 0,54 $MgO$ Spur
$MgCO_3$	18,69 { 8,90 $MgO$ 9,79 $CO_2$	unlös. 9,20 $H_2O$ 19,06	$SiO_2$ 10,04 $S$ 0,06
In Säuren unlös.	10,84	100,48	$P$ 0,47
	100,73		(Glühverl.) $H_2O$ 14,90
			99,85

IV. Manganerz von Bösing. V. Chromeisenstein von der Jelica-Planina bei Čačak in Serbien.

	IV.	V.
Manganoxyde (als $MnO_2$ berechnet)	40,00 (25,26 $Mn$ )	$Cr_2O_3$ 52,46
$Fe_2O_3$	21,80 (15,26 $Fe$ )	$FeO$ 15,26
$CaO$	4,64	$Al_2O_3$ 14,01
$MgO$	2,52	$CaO$ 0,98
$SiO_2$	13,94	$MgO$ 7,62
$P_2O_5$	1,34 (0,58 $P$ )	$SiO_2$ 10,15
$H_2O$	13,90	100,48
$CO_2$ (Differenz)	4,86	
	100,00	

VI. Schwefelkies-Concretionen aus feuerfestem Thon von Ledenitz bei Forbes in Böhmen. VII. Schwefelkies von Paraña in Brasilien.

	VI.	VII.
$S$	51,98	51,97
$Fe$	—	46,84
In Säuren unlös.	—	0,52
$Cu$	—	Spur
		99,33

VIII. Krystallinischer Kalk von Sadek bei Sojetitz in Mähren. IX. Dolomit aus dem Steinbruche Ried Goldberg bei Mannersdorf am Leithagebirge, N.-Österreich.

	VIII.	IX.
$CaCO_3$	98,70 { 55,27 $CaO$ 43,43 $CO_2$	56,25 { 31,50 $CaO$ 24,75 $CO_2$
$MgCO_3$	0,82 { 0,39 $MgO$ 0,43 $CO_2$	41,75 { 19,88 $MgO$ 21,87 $CO_2$
$MnO$	0,13	—
$Fe_2O_3$ und $Al_2O_3$	0,25	0,54
In $HCl$ unlös.	0,25	1,54
	100,15	100,08

Ref.: E. Düll.



37. K. A. Redlich (in Leoben): Über das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der steirischen Alpen (Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien 1903, 53, 285—294).

Nördlich der Centalkette der Ostalpen liegt ein ausgedehntes Schichtsystem (»Grauwackenzone«) aus paläozoischen Kalken, Schiefern und Conglomeraten, das im O. bei Gloggnitz und Reichenau beginnend nach W. bis nach Tirol reicht und allenthalben Kies-, Eisen- und Magnesit-(Pinolit-)Lagerstätten führt. Mit den Kiesen von Öblarn sind Carbonate, namentlich Ankerit, vergesellschaftet. Mit den steirischen Kieslagerstätten, z. B. der hinteren Radmer bei Hieflau w. des Eisenerzer Erzberges, sind die Siderite und Ankerite der N.-Alpen eng verknüpft. Im silurisch-devonischen Complex des Zeyritz-Kampels liegen innig verquickt, vor allem im Kalke gegen die Schiefergrenze, Kupferkies, Fahlerz, Ankerit, spärlicher Siderit und als Seltenheit Zinnober. Die Ankerite haben folgende Zusammensetzung (a. dicht an der Grenze gegen hangenden Kalk, b. in höheren Partien, c. in n.ö. gelegenen kupferkiesreichen Schurfstollen):

	a.	b.	c.
$CaCO_3$	80,44	96,96	48,94
$MgCO_3$	7,10	4,41	30,49
$FeCO_3$	4,66	1,06	19,12
Unlöslich	8,42	0,60	1,80
	100,02	100,03	100,05

Die massig ausschenden Ankerite, in chemisch scharf getrennte gebankte Kalke mit unregelmäßiger Grenzlinie übergehend, können erst nach deren Absatz entstanden sein; sie sind an der wenigst resistenten Grenze der Schiefer und Kalke eingedrungen, diese allmählich verwandelnd. Die Kiese sind rascher in die Kalke eingewandert als die Ankerite. Allenthalben sind so von der Radmer bis zum Johnsbachtale im Gesäuse Erze epigenetisch eingedrungen, den Kalk verdrängend und stellenweise die Schiefer imprägnierend. Das Gleiche gilt auch in ö. und w. Fortsetzung der Grauwackenzone, z. B. von den Erzen von Altenberg (Erzberg), Gollrad und der hinteren Veitsch, sowie von den Arsenkiesen am Eisenerzer Erzberg.

Von den Ankeriten zu den Pinolitmagnesiten führen ebensoviele Übergänge wie von den Sideriten zu den Ankeriten.

	Ankerit von					
	Erzberg:	Niederalpl:	Admont:	Gollrad:	Gollrad:	Radmer:
$CO_2$	42,08	43,08	42,65	44,68	44,9	44,67
$FeO$	23,40	21,67	21,93	17,58	12,3	11,87
$CaO$	24,41	28,21	27,14	22,48	28,6	27,41
$MgO$	6,08	5,91	6,64	13,47	12,2	14,35
$Fe_2O_3$	2,29	—	—	—	—	—
$MnO$	1,69	1,92	1,34	1,15	1,8	—
Unlöslich	—	—	—	—	—	1,30
	99,95	100,79	99,70	99,36	99,8	99,60 <sup>1)</sup>

1. Anscheinend ein Druckfehler im Original, woselbst als Summe 100,10 steht.

	Magnesit von						
	Häuselberg (grauer dicht. Magnesit) <sup>1)</sup>	Häuselberg <sup>2)</sup>	Semmering	Semmering	Mariazell	Wald	Oberort
<i>CO<sub>2</sub></i>	49,70	49,29	50,15	48,33	50,90	51,62	52,24
<i>FeO</i>	2,59	1,90	3,16	3,87	2,12	1,74	1,62
<i>CaO</i>	6,44	0,56	2,42	1,96	1,58	1,01	0,86
<i>MgO</i>	39,17	43,84	42,48	41,68	45,42	45,60	45,55
Unlöslich	2,13	4,22	1,29	3,55	0,34	0,25	0,47
	100,00	99,81	99,50	99,39	100,36 <sup>3)</sup>	100,22	100,74

Der äußere pinolitartige Charakter tritt auch bei den Ankeriten (z. B. bei dem in der Radmer) ziemlich häufig auf. An den Pinolitmagnesiten der Veitsch sieht man das nachträgliche Eindringen der *Mg*-Carbonate in eine Dolomitmasse. Verf. kommt zu folgenden Ergebnissen: Die Siderite (Typus Erzberg), Ankerite (Typus Radmer) und Pinolitmagnesite (Typus Sattlerkogel in der Veitsch) bilden Lagerstätten gleicher geologischer Verhältnisse und sind durch Bindeglieder chemisch eng mit einander verbunden. Ebenso wenig sedimentär wie die verwandten Kiese von Kallwang und Öblarn sind sie genetisch nur durch Metamorphismus präexistierender Materialien erklärbar, zusammenhängend mit den metamorphen Carbonatlageren der nördlichen Grauwackenzone. Mit der Bildung normaler klastischer Sedimente gingen durch die letzten Emanationen einer ursprünglich submarinen Vulkantätigkeit Exhalationen und Quelläusserungen Hand in Hand, welche teilweise fast gleichzeitig mit der Sedimentbildung, teilweise an fertigen Schichten (Radmer, Veitsch) Umsetzung in Erze bewirkten. Durch »localen Metamorphismus« erfolgten z. B. am Eisenerzer Erzberge Sideritanreicherungen nächst Spalten, sowie Umwandlung der Pinolitmagnesite in Talk durch ein Netzwerk von Spaltenausfüllungen (z. B. in Oberort bei Tragös).

Die Kiese von Kallwang und Öblarn sind als die ältesten derartigen Gebilde anzusehen; silurisch-devonisch sind die *Fe*-Erze und Kupferkiese der Radmer, des Erzberges und der hinteren Veitsch, carbonisch die Kiese und Fahlerze des Dürsteinkogels in der Veitsch.

Ref.: E. Düll.

**38. L. Mrazek** (in Bukarest) und **L. Duparc** (in Genf): **Über die Brauneisensteinlagerstätten des Bergrevieres von Kisel im Ural (Kreis Solikamsk, Gouv. Perm)** (Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1903, 51, 711, 735).

Die carbonische Brauneisensteinlagerstätte der Synklinale bei Dorf und Grube Artemiewka entstand teils an der Oberfläche, teils nahe derselben; dazu kam eine Concentration zufolge späterer Umlagerung. Während bei der durch ein früheres local-hydrostatisches Niveau nach unten beschränkten Circulation *Fe*-haltiger Wässer kalkfreie Gesteine nur teilweise imprägniert wurden, fand in den carbonischen Kalken völlige Fixierung und Fällung des Eisens als *P*- und *S*-armer Limonit statt. Begleitende Thone sind größtenteils Kalkstein-

1) und 2) Der Magnesit des Häuselberges bei Leoben ist stark in Talk umgesetzt, daher der hohe Gehalt an unlöslichem Rückstand. Analyse 1. entspricht dichteren grauen Partien.

2) Reine pinolitische Ausscheidungen.

3) Anscheinend Druckfehler im Original, woselbst als Summe 100,26 steht.

relicte. — Die Oolithe des devonischen Limonits von Kisel geben wie die Lothringer und Clinton-Erze mit Säure behandelt ein Kieselskelett; seine höchstens 1 m mächtigen lagerähnlichen Linsen sind von Thonen begleitet. Die geologischen Verhältnisse sprechen für sedimentäre, litorale Entstehung, ähnlich der Hämatitbildung von Clinton. — Sumpferz im Grubenbezirke von Kisel (1 m mächtig auf carbonischem Quarzsandstein), jedenfalls quarternär, erinnert an das Vorkommen des Rio Tinto-Gebietes.

Ref.: E. Düll.

**39. W. Teisseyre und L. Mrazek** (in Bukarest): **Das Salzvorkommen in Rumänien** (Österr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenw. 1903, **51**, 197, 217, 231, 247).

Zweifelloos paläogene riesige Salzstöcke der rumänischen Districte Bacau, Putna und Buzău liegen innerhalb des Flyschgebietes, meist 4—15 km vom Flyschrande entfernt. Nicht sicher paläogen sind die Salzstöcke von Coza, Herestrău, Nereju, Bisoca und Jitia. Gyps erscheint als Begleiter der paläogenen Salzlager relativ sehr selten und spärlich. Die miocäne Salzformation Rumäniens zeigt auch petrographisch mit den N.-Karpathen übereinstimmende Bildungsverhältnisse an. Die jungtertiäre Salzformation der SO.-Karpathen ist im allgemeinen eine Regressivfacies des alttertiären Flysches und dauert zeitlich vom Oligocän bis zum Beginn der sarmatischen Stufe. In der N.-Moldau fehlen Salzstöcke. Noch im Districte Neamtzu und Bacau existieren im Miocän nur Salzquellen und Nester. Das miocäne Salz ist am verbreitetsten in der Gegend des s. Karpathenhogens, vom Trotus im N. bis zum Dâmbovitzafluß im SW. Die Halbinsel von Valeni de Munte teilt diese Gegend in zwei verschieden große Gebiete von analogem Verhalten. Die Verff. stellten daselbst über 30 gut bekannte Salzstöcke fest. Auch die Bucht von Slank hat deren zahlreiche weit ausgedehnte. Das Câmpulunggebiet hat nur sporadische Salzquellen, jenes von Rimnicu-Vâlcea wahrscheinlich nur ein großes Salzmassiv (Ocele-Mari). Die Umrisse der aufgeschlossenen Salzstöcke (im ganzen über 50) sind in Rumänien nirgends genau bekannt; jene von Ocele-Mari (miocän) und von Tirgu-Ocna (paläogen) sind sehr ausgedehnt und mächtig. Die »Salzblätter« sind echte dünne Schichten von abwechselnd durchsichtigem und dunklem Salze. Die Trübung des letzteren bewirken feinste Thonpartikel — wahrscheinlich äolischer Herkunft. Unabhängig von wahrscheinlich rein dynamisch entstandenen Faltungen, erleichtert im Tirgu-Ocna-Salzstock eine sonst in Salzgegenden seltene, aus eigenartiger Schuppenstructur ableitbare horizontale Klüftung den Abbau.

Bernstein<sup>1)</sup>, in Rumänien für das Paläogen vom Obereocän bis einschließ-lich zur Menilithschieferstufe charakteristisch, findet sich auf secundärer Lagerstätte als Begleiter miocänen Salzes. Kohlenwasserstoffgase sind in den Salzlagern unregelmäßig verteilt. 1 kg Handelssalz enthält nach Istrati gewöhnlich 11,86—29,84 cm<sup>3</sup>, ausnahmsweise bis 117,23 cm<sup>3</sup> Gase. Dieselben enthalten 8,2—19,6% O, ferner N, auffälligerweise fehlt CO<sub>2</sub>. Eine vereinzelte Gasexplosion fand 1873 in Tirgu-Ocna statt. Erdöl (bis jetzt im Salz selbst primär nirgends sicher festzustellen) kommt in dem aus Mergel, Sandstein, Gyps und Pyritconcretionen bestehenden Salzmantel gewöhnlich in kleinen Mengen vor. Das Handelssalz enthält zwischen 89,03 (Ocele Mari) und 99,92 (Tirgu-Ocna) % NaCl, Abfallsalze nur 66—83%. Von Kalisalzen kennt man in Rumänien nur das quantitativ geringe Sylvinitvorkommen in Tirgu-Ocna.

4) Vgl. G. Murgoci, diese Zeitschr. **41**, 348.

Auf die karpathischen Salzvorkommen ist vor allem Ochsenius' Theorie anwendbar, jene von J. Walther nur in gewissen Details. Nur in Ocnele-Mari erscheinen in der Salzmasse dünne »Jahresringe« von Anhydrit als Anzeichen successiver Meerwasserergüsse; sonst fehlen den Salzstöcken regelrechte Anhydrit- und Gypseinschaltungen. Das Wiedererscheinen von Gyps in den obersten Horizonten der Salzformation, z. B. in der Slanic-Bucht, sowie der facielle Übergang zur sarmatischen Stufe beweisen die Rückkehr des Meeres, während vorher aus ganz gypsfreien Wässern eine Zeitlang nur reines Salz abgesetzt wurde. Tektonische Vorgänge haben den Gyps- und Salzabsatz stark beeinflußt.

In sarmatischen und pliocänen Schichten finden sich zahlreiche Salzquellen, ferner die Salzlager von Baicoi und Tzintea (mächtige ausgewalzte Salzkörper mit Schuppenstruktur), schließlich reiche Salzausblühungen ganz junger Pliocän-schichten in Val Pelelea bei Soimari. Die ein ganz locales Phänomen darstellenden, mit äolischem Löß eng zusammenhängenden Salzseen (und -Sümpfe) der rumänischen Ebene sind auf das Vorland der SO.-Karpathen concentrirt; ihre Oberfläche umfaßt bis einige hundert Hektare (Balta amară). Unter den festen Bestandteilen überwiegen  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  und  $\text{MgSO}_4$ . Die Zusammensetzung weicht von jener der Mutterlaugen von Lagunen beträchtlich ab und nähert sich derjenigen gewisser Seen in Steppen- und Wüstenregionen. Die oft an Salzen reichen Grundwässer dieser Region bilden Quellen, die sich in Depressionen concentrieren. Häufige starke Salzausblühungen im Löß rühren von verschütteten Salzseen her und geben zur Bildung von Salztümpeln Anlaß.

Ref.: E. Düll.

**40. A. Rzehak** (in ?): **Barytführende Septarien im Alttertiär der Umgebung von Saybusch in Westgalizien** (Verhdlgn. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien 1903, 85—87).

In roten Tonen von Obszar in der Umgebung von Saybusch finden sich meteoritenartig aussehende Septarien, die oberflächlich mit schwarzen *Mn*-Oxyden und -Hydroxyden übründet sind. Dieselben bestehen aus festem dichten bis feinkörnigen, *Mn*-haltigen Sphärosiderit und enthalten in Klüften secundäre Ausscheidungen von Wad (rötlichgraue metallglänzende Häutchen auf Kluftflächen), ferner von weißem bis fast farblosem, lebhaft glasglänzendem Baryt (Ausfüllungsmaterial der bis 2 cm mächtigen Kluft Räume, wobei durch gleiche Orientierung der Spaltrichtungen in allen Verzweigungen der Klüfte die bisweilen mit schwarzem Manganoxyd durchsetzte Ausfüllung des ganzen Kluftsystems als ein Krystallindividuum erscheint. Daneben tritt jüngerer gelblich durchscheinender Ankerit auf (Spaltflächen leicht gekrümmt, perlmutterglänzend; frei von *Mg*, Spur *Mn*). Der Fundort liegt 1 km von einer verschütteten Schwefelquelle entfernt.

Ref.: E. Düll.

**41. R. J. Schubert** (in Wien): **Zur Geologie des Kartenblattbereiches Benkovac-Novigrad** (Ebenda 204—219).

In dem w. von Dolac (Dalmatien) gelegenen Rudistenkalkgebiete findet sich Calcit innerhalb lehmgefüllter Hohlräume in sehr schönen Drusen und bildet in einer Grotte bei Kotlenice prächtige Stalagmiten und Sinterwände.

Ref.: E. Düll.



**42. E. Döll** (in Wien): **Über neue Pseudomorphosen: Quarz nach Pyrrhotin, Markasit nach Rutil, Limonit nach Quarz** (Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien 1903, 346—347).

Quarz nach Pyrrhotin von St. Lorenzen bei Trieben in Steiermark findet sich in einem Quarzstück aus demselben Amphibolgestein, dem mehrere vom Verf. früher beschriebene Pseudomorphosen entstammen. Ein 5 mm langer Krystall {1010}, {0001}, ganz durch Quarz ersetzt, zeigt rauhe, matte Flächen, ebenso zwei kleinere tafelförmige. — Markasit nach Rutil von Modriach in Steiermark, 3 cm groß, das Innere grobzigelig, besteht aus feinstengeligem oder dichtem Markasit, der von Klüften und Teilungsflächen aus den Rutil völlig ersetzt hat. Eisenoockerbeschläge auf Rutilen der Localität deuten auf früher wirksame Fe-haltige Lösungen. — Limonit nach Quarz aus den graphitischen Carbonschiefern der Teichen bei Kalwang ist eine vollständige Ersetzung. In einem ausgewitterten Block (Knauer) gemeinen Quarzes befinden sich kleine Drusen (bis 3 cm lange geschwärzte Krystalle von der gewöhnlichen Form des Quarzes). Bei fortgeschrittener Veränderung wird der unter dieser Decke brüchige Quarz, wie auch angrenzender derber Quarz, teilweise bis völlig durch ockergelben erdigen Limonit mit kugeligen Hohlräumen ersetzt, die bei beginnender Veränderung sich bilden.

Ref.: E. Düll.

**43. W. Hammer** (in Wien): **Über die Pegmatite der Ortler Alpen** (Ebenda 345—364).

Muscovitpegmatite des Martelltales enthalten an Stellen maximaler Grobkörnigkeit (z. B. am oberen Flimsee und an den Hängen südlich von Latsch) bis kopfgroße Feldspat- und Quarzkörner, häufig sechseitig begrenzte Glimmerblätter von 6—8 cm Durchmesser und faustgroße Turmaline (*e* = violett und rötlichgrau, *o* = dunkel-ultramarin bzw. -moosgrün). Unter anderm spricht die Häufigkeit des Turmalins für pneumatolytische Prozesse bei der Bildung jener Pegmatite, in deren Contactzone Kalke folgende, meist mikroskopische Mineralneubildungen aufweisen: Granat, Malakolith, Titanit, Glieder der Epidot-Zoisitgruppe.

Ref.: E. Düll.

**44. L. K. Moser** (in Triest): **Manganerzvorkommen von Kroglje bei Dolina in Istrien** (Ebenda 380—384).

In einem breccienartigen Kalkschutt wurden daselbst wenig mächtige Schichten erschürft, die Verf. für Pyrolusit hält, welcher alle möglichen »Übergänge« zu Brauneisen und zu Bergmilch bildet. Das SiO<sub>2</sub>-haltige und kalkreiche Erz tritt, feine Schnüre bildend und Klüfte erfüllend, in Gestalt nierenförmiger oder haar- bis staubartiger Aggregate mit härteren krustenartigen Überzügen auf, oder auch als »Bohnerz«, dessen molnsamengroße Körner ein staubiges Bindemittel verkittet. Unter jenem Kalkschutt liegender verwitterter Eocänsandstein zeigt auf Klüften stahlgraue Pyrolusithäutchen.

Ref.: E. Düll.

**45. C. Doelter** (in Graz): **Der Monzoni und seine Gesteine. II. Teil** (Sitz.-Ber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-naturw. Kl. 1903, 112, I. 169—235).

Die Mineralfundstätten am Pizmedakamm haben an Ergiebigkeit nachgelassen; am meisten finden sich noch Fassait, Spinell und Anorthit; die



von G. vom Rath beschriebenen Pseudomorphosen sind anscheinend selten geworden. Die Ursache der Mineralbildung liegt dort im Vorkommen von Kalkschollen. Der Monzonit ist oben am Contact spinellisiert, Augit tritt dafür ganz zurück. Im Toal del Mason finden sich in 2400—2460 m Höhe Spinell, Glimmer, Granat und Pyroxen (sog. Pyrgoni) im Kalk-Gabbrocontact. Spinell und Korund in einem roten granitischen Ganggestein des Allochetales hält Verf. für Contactproducte. Bei der zweiten Wegkreuzung über den aus dem Le Selle-See gegen das Monzonital fließenden Bach trifft man eine unbedeutende Mineralcontactlagerstätte mit Granat, Idokras und Fuggerit. In einem Predazzitmarmor s.ö. des Le Selle-Sees finden sich u. a. Granat, Fassaït und gangartige Serpentine. Am Werneritfundorte des Le Selle-Circus kommt neben grünem Amphibol Kupferkies, Gehlenit und Eisenglanz vor.

In den gesteinsbildenden Mineralien, welche die eigentlichen Kerne bilden, nämlich Olivin (als Peridotit), Pyroxen (als Pyroxenit), Labrador (als Labradorit und Anorthosit), Orthoklas (als Orthoklasit, aber zumeist mit Plagioklas gemengt, daher Feldspatit) erblickt Verf. die Endproducte der Differenziation des Monzonitmagmas und demnach in ihrer Sonderung die übereinstimmende Wirkung jener Differenzierung. Hemmende Gegenwirkungen (verminderter Druck, Entweichen von Wasser und Gasen, Umkrustung, raschere Abkühlung) verhindern meist die völlige Sonderung und führen dann zur Bildung von Gemengen jener Mineralien.

Ref.: E. Düll.

**46. G. Tschermak** (in Wien): **Über die chemische Constitution der Feldspäte** (Sitz.-Ber. d. k. k. Akad. d. Wiss. Wien 1903, 112 (I), 4—20).

Bis jetzt gründet sich unsere Kenntnis von der Constitution der Silicate fast einzig auf die Berechnung aus der Analyse. Dem Verf. ist es nun gelungen, aus mehreren Silicaten die Kieselsäure in unverändertem Zustande abzusecheiden und ihre Zusammensetzung zu ermitteln. Die Zersetzung erfolgte durch concentrierte oder verdünnte Salzsäure, unter möglichst geringer Erwärmung (höchstens bis 76°) und zum Teil durch sehr lang andauernde Einwirkung. Die Zusammensetzung der abgeschiedenen Kieselsäure wurde durch Beobachtung der Entwässerungcurve ermittelt. Die abgeschiedene Kieselsäure wurde bei constanter Temperatur entweder bis zur Gewichtconstanz oder über den ersten Knickpunkt der Entwässerungcurve hinaus getrocknet. Beide Punkte entsprechen einer bestimmten Säure, ersterer einer mehr stabilen, höher zusammengesetzten, letzterer einer labileren, welche beim Knickpunkte in eine wasserärmere übergeht. Die abgeschiedenen Kieselsäuren erweisen sich auch physikalisch verschieden. Die vorliegende Arbeit enthält nur die Resultate bezüglich der Säuren der Feldspäte und ähnlicher Mineralien.

Die Dichte der gewonnenen Kieselsäuren wurde pyknometrisch ermittelt.

Anorthit (vom Vesuv; spec. Gew. 2,743; Analyse: 43,65  $SiO_2$ , 35,80  $Al_2O_3$ , 20,45  $CaO$ , 0,31  $Na_2O$ ) gibt mit nicht zuviel Salzsäure neben etwas Gallerte und löslicher Kieselsäure ein amorphes Pulver von den Formen der angewandten Substanz. Seine Entwässerungcurve zeigt einen Knickpunkt, welcher der Anorthitsäure entspricht und auf die Formel  $SiO_3H_2$  führt; spec. Gew. 1,813 (Glühverlust 23,12 und 23,72%; berechnet für obige Formel 22,98  $H_2O$ ). Der Brechungsexponent, an einer umgewandelten Lamelle von Prof. Becke ermittelt, ist 1,44.

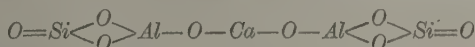
Albit. Die Albitsäure, durch Salzsäure und längeres Erwärmen abgeschieden,

läßt sich zur Gewichtskonstanz trocknen und hat die Zusammensetzung  $Si_3O_7H_2$  (Glühverlust berechnet 9,04  $H_2O$ , gefunden 9,98 für lufttrockne, 8,89 für über  $CaCl_2$  getrocknete Substanz); weißes amorphes Pulver von der Form der angewandten Splitter; spec. Gew. 2,043 berechnet. Verwendet wurden Albitkrystalle von Morro Velho in Brasilien (spec. Gew. 2,627; Analyse 68,44  $SiO_2$ , 19,80  $Al_2O_3$ , 0,08  $CaO$ , 11,27  $Na_2O$ , 0,21  $K_2O$ ).

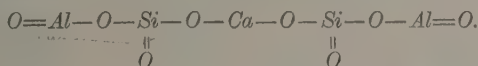
Labradorit. Die abgeschiedene Kieselsäure stellte vollkommen durchsichtige isotrope Splitter dar. Die Zusammensetzung der lufttrocknen Säure war dieselbe, sowohl wenn die Zersetzung bei gewöhnlicher Temperatur, als auch wenn sie bei ca. 76° vor sich ging, nämlich  $Si_3O_7H_2 + 2SiO_3H_2$  ( $H_2O$ -Gehalt berechnet 15,08, gefunden 14,77 und 15,53); spec. Gew. 1,933. Verwendet wurde Labradorit von Labrador (spec. Gew. 2,682; Analyse: 55,70  $SiO_2$ , 27,87  $Al_2O_3$ , 0,38  $Fe_2O_3$ , 0,94  $CaO$ , 6,15  $Na_2O$ , 0,15  $K_2O$ ).

Leucit. Reine Krystalle aus Vesuvlava (spec. Gew. 2,469; Analyse: 55,25  $SiO_2$ , 22,84  $Al_2O_3$ , 0,11  $CaO$ , 20,34  $K_2O$ , 1,31  $Na_2O$ ) gaben mit concentrirter  $HCl$  einen pulverigen Bodensatz, bestehend aus isotropen Splintern von der Form des angewandten Mineralpulvers. Der lufttrockne Rückstand blieb gewichtskonstant. Die Zusammensetzung ist:  $Si_3O_7H_2$  ( $H_2O$  berechnet 22,98, gefunden 23,55 und 22,17); spec. Gew. 1,834; Brechungsindex 1,465 (Verschwinden der Umrisse in Glycerin). Chemisch ist die Säure verschieden von der Anorthitsäure; vermutlich ist ihre Formel  $Si_2O_6H_4$ .

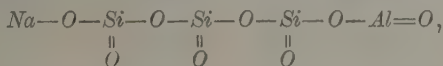
Der Anorthit ist also vermutlich ein Metasilicat und seine Constitution entweder



oder wahrscheinlicher:

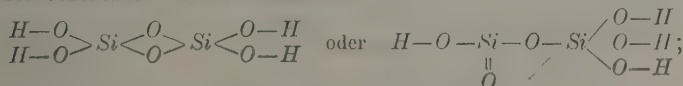


Von der Albitsäure  $Si_3O_7H_2$  sind acht Isomere möglich, die vorläufig nicht zu unterscheiden sind. Vielleicht ist die Constitution des Albit



eine Formel, die einige Ähnlichkeit mit der zweiten Anorthitformel zeigt.

Die Constitution der Leucitsäure ist

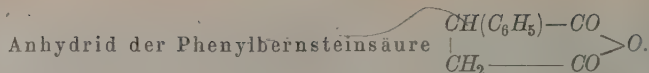


Verf. ist geneigt, vorläufig letztere Formel vorzuziehen.

Ref.: B. Goßner.

47. V. v. Lang (in Wien): **Krystallographische Untersuchung organischer Körper** (Sitz.-Ber. Akad. Wien 1903, 112 (Hb), 246—249, 252, 756—757. Monatsh. f. Chem. 24, 418—421, 424, 922—923).

Die untersuchten Substanzen waren von Wegscheider und seinen Mitarbeitern dargestellt.



(Sitz.-Ber. Ak. Wien 246—249; Monatsh. f. Chem. 418—424.)

Entsteht beim Erhitzen der Phenylbernsteinsäure über ihren Schmelzpunkt.

Das Anhydrid existiert nach Wegscheider in zwei Modificationen, einer stabilen  $\alpha$ -Modification und einer labilen  $\beta$ -Modification, die wahrscheinlich im Verhältnis der Monotropie zu einander stehen.

$\alpha$ -Modification. Schmelzpunkt 150°.

Bredt (Ann. d. Chem. 1896, 293, 349) erhielt diese Form zuerst aus Petroläther, Wegscheider aus Xylol bei Temperaturen über 400°. Entsteht auch aus der  $\beta$ -Modification nach längerem Liegen bei gewöhnlicher Temperatur.

$\beta$ -Modification. Schmelzpunkt 53°.

Entsteht nach Wegscheider aus dem Schmelzflusse und aus niedrig siedenden Lösungsmitteln, Äther, Petroläther, Methylalkohol, auch aus Xylol bei gewöhnlicher Temperatur. Aus dem Schmelzflusse und aus Benzol wurden anscheinend auch Gemenge beider Modificationen erhalten, wie aus den wechselnden Schmelzpunkten zu folgern ist. Die Umwandlungsgeschwindigkeit der  $\beta$ -Modification ist demnach gering.

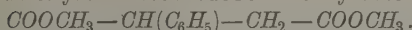
Monoklin.  $a:b:c = 0,9086:1:1,0546$ ;  $\beta = 93^\circ 42'$ .

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $n\{120\}$ ,  $r\{101\}$ ,  $x\{122\}$ ,  $\xi\{12\bar{2}\}$ ,  $\omega\{11\bar{1}\}$ .  $a$ ,  $b$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $c$ ,  $x$  und  $\xi$  sind meist gleichmäßig entwickelt. Manchmal sind die Krystalle tafelig nach  $a$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$a:c = (100):(001) =$	—	*86° 48'
$c:r = (001):(101)$	47° 3'	*47 46
$a:m = (100):(110)$	—	*41 44
$a:n = (100):(120)$	60 48	60 46
$a:\omega = (100):(11\bar{1})$	52 27	52 5
$a:x = (100):(122)$	65 39	—
$a:\xi = (100):(12\bar{2})$	70 7	69 58
$b:\omega = (010):(11\bar{1})$	55 31	—
$b:x = (010):(122)$	49 26	—
$b:\xi = (010):(12\bar{2})$	46 52	—
$c:\omega = (001):(11\bar{1})$	59 3	—
$c:x = (001):(122)$	48 57	*49 2
$c:\xi = (001):(12\bar{2})$	50 32	—
$x:n = (122):(120)$	39 43	—
$\xi:n = (12\bar{2}): (120)$	44 18	—
$x:m = (122):(110)$	42 23	—
$\xi:m = (12\bar{2}): (110)$	45 22	44 52
$\omega:m = (11\bar{1}): (110)$	33 44	—

Ebene der optischen Axen  $\{010\}$ ; durch  $(100)$  ist eine Axe ganz am Rande des Gesichtsfeldes zu beobachten.

## Phenylbernsteinsäuredimethylester



(Sitz.-Ber. Ak. Wien S. 252; Monatsh. f. Chem. S. 424.) Schmelzp.  $57^{\circ}$ . Die Substanz wurde dargestellt durch Einwirken von Salzsäure auf Phenylbernsteinsäure und Methylalkohol. Krystalle aus Methylalkohol.

Monoklin.  $a : b : c = 0,9909 : 1 : ?$ ;  $\beta = 111^{\circ} 48'$ .

Beobachtete Formen:  $c\{001\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $n\{310\}$ ,  $l\{320\}$ . Krystalle prismatisch nach der Verticalaxe.

	Berechnet:	Beobachtet:
$b : m = (010) : (110) =$	$47^{\circ} 23'$	$47^{\circ} 44'$
$n : n = (310) : (310)$	—	$*34 \quad 6$
$n : l = (310) : (320)$	$14 \quad 28$	$14 \quad 0$
$c : m = (001) : (110)$	$74 \quad 8$	$74 \quad 9$
$c : n = (001) : (310)$	—	$*69 \quad 12$
$c : l = (001) : (320)$	$71 \quad 33$	—

Ebene der optischen Axen  $\perp \{010\}$ ; erste Mittellinie in  $\{010\}$  und nur wenig geneigt zur  $c$ -Axe; positiv; scheinbarer Winkel der optischen Axen ca.  $10^{\circ}$ ;  $v < \rho$ .

Phtalonsäuremethylester  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CO}-\text{COOCH}_3)\text{COOCH}_3$ .

(Sitz.-Ber. d. Akad. Wien S. 756; Monatsh. f. Chem. S. 922.) Schmelzp.  $66^{\circ} - 68^{\circ}$ . Dargestellt aus Phtalonsäure und Methylalkohol durch Behandeln mit Salzsäure. Krystalle aus Methylalkohol.

Rhombisch.  $a : b : c = 0,9437 : 1 : 1,0406$ .

Beobachtete Formen:  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $r\{101\}$ ; tafelig nach  $c$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$r : r = (101) : (10\bar{1}) =$	—	$*83^{\circ} 46'$
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	—	$*84 \quad 50$
$m : r = (110) : (101)$	$56^{\circ} 40'$	$56 \quad 52$

Ebene der optischen Axen  $\{001\}$ ;  $a$  erste Mittellinie; negativ; Axenwinkel sehr groß.

Ref.: B. Goßner.

**48. K. v. Haßlinger** (in Prag) und **J. Wolf** (in Ladowitz in Böhmen): **Über die Entstehung von Diamanten aus Silicatschmelzen** (Sitz.-Ber. Akad. Wien 1903, 112 (IIb), 507—521. Monatsh. f. Chem. 24, 633—647).

Früher (Ref. diese Zeitschr. 40, 643) wurde gezeigt, daß aus Silicatschmelzen Diamant sich bilden kann. Die vorliegende Abhandlung soll näher dartun, wie und unter welchen Bedingungen der Diamant in der Schmelze entsteht. Die Schmelzen wurden in einem Porzellanofen für Hartporzellan bei ca.  $1400^{\circ}$  vorgenommen bei reducirender Beschaffenheit der Heizgase.

Die natürlichen Muttergesteine der Diamanten sind arm an Kieselsäure und relativ reich an Alkalien, Eisen, Calcium und noch mehr Magnesium. In Übereinstimmung damit ergaben die Versuche, daß ein Gehalt der Schmelze an Alkalien und Erdalkalien, insbesondere an Calcium und Magnesium, für die Diamantbildung notwendig ist. Schmelzen, welche einen gewissen Gehalt an

Kieselsäure übersteigen, liefern keine Diamanten mehr. Ein geringer Zusatz von Titansäure scheint die Diamantbildung zu begünstigen; Borsäure hindert dieselbe.

Die Diamantbildung ist kein reiner Lösungs- und Krystallisationsvorgang, was daraus gefolgert wird, daß die Geschwindigkeit der Abkühlung (schwankend von raschem Ablöschen bis 50 Stunden Abkühlungsdauer) auf die Größe und Ausbildung der Krystalle ohne Einfluß ist. Auch erfolgt die Bildung nicht dadurch, daß ein ursprünglich als Lösungsmittel dienendes Silicat durch Umwandlung in ein anderes sich abscheidet. Die Diamantbildung erfolgt vielmehr wahrscheinlich dadurch, daß der Kohlenstoff sich in der Schmelze löst unter Bildung von Carbiden und daß diese dann beim Abkühlen bei der später erfolgenden Bildung anderer Silicate innerhalb der Schmelze den Diamant liefern. Es ließ sich in Übereinstimmung mit der Bildung von Carbiden bei den nicht Diamant bildenden Schmelzen der Graphit, soweit er in Lösung ging, nicht mehr in irgend einer Kohlenstoffform nachweisen, obwohl Verbrennung ausgeschlossen war. Bei einer Schmelze, welcher Kohlenstoff nur in Form von Calciumcarbid zugesetzt wurde, erfolgte tatsächlich Carbidzersetzung. Für die angenommene Erklärung wird noch der Umstand angeführt, daß alle Diamanten enthaltenden Schmelzen krystallinische Structur besitzen.

Ref.: B. Goßner.

**49. F. Berwerth** (in Wien): **Der meteorische Eukrit von Peramiho.** Mit 2 Tfln. (Sitz.-Ber. d. kais. Akademie d. Wiss. Wien. Math.-natw. Kl. 1903, **112**, I. 739—777).

Der kinderfaustgroße knollige Stein (ursprünglich 165 g) fiel 1899 bei der Missionsstation Peramiho, Deutsch-Ostafrika. Auf frischer Bruchfläche zeigt er ein feinkörniges Gemenge schneeweißen, fast glanzlosen Anorthites mit bräunlichgelbem Klino- und Orthopyroxen; ganz untergeordnet sind Pyrrhotin und Magnetit.

Anorthit ( $Ab_2An_{11}$ , 29,8 $\frac{0}{0}$ ): farblose, bis 1 mm dicke Tafeln nach (010) mit Leistenform  $\parallel$  (001) und (100) auf Querbrüchen; auf Spaltflächen nach (001) feine Albitriefung; auch als nicht ganz isotropes Glas. Reich an Klinopyroxeneinschlüssen (nach den Krystallflächen orientiert) und Glasstaub.

Ortho- und meist Klinopyroxen: beide zeigen verkümmerte Krystallbegrenzung, der Klinopyroxen nach {100}, {110}, {010}, vereinzelt {111}; Zwillinge nach (100) (breitschalige Zusammensetzung nach (100)) und (001); letztere bewirken in ihrer Wiederholung schaligen Bau des Individuums. Bei vielen Doppelzwillingen stoßen die Lamellen nach (001) in einem Zwillinge nach (100) in Schnitten  $\parallel$  (010) an der Zwillingsnaht unter 106 $^{\circ}$  zusammen.  $c:c$  maximal 34 $^{\circ}$  und  $2V = 23^{\circ}$  stimmen nicht auf normalen Diopsid;  $\gamma - \alpha$  (mit Babinet's Compensator bestimmt) = 0,026;  $\beta = 76^{\circ}$ , Lage der optischen Axenebene, optischer Charakter und Spaltbarkeit nach (110) unter 87 $^{\circ}$  normal. Der monokline Pyroxen ist nach allem eine bisher in den  $Al_2O_3$ -freien Augiten unbekannte Verbindung. Äußerst feine Fasern Ortho- und Klinopyroxen zu Bändern  $\parallel$  (001) geordnet, sind mit einander verwachsen; eine weitere Ursache der Inhomogenität der monoklinen Krystalle besteht in einer durch Erhitzung bewirkten Molekularänderung der Randzonen in den Pyroxenkörnern. Nur wenige Körner sind ziemlich reiner Orthopyroxen, aber immer mit Spuren monokliner Fasern, eingelagert nach (001). In einem Schnitte aus der Zone (010):(001) eines gemischten Krystalles wurde der optische Charakter des Orthopyroxens negativ gefunden. Dieser ist also — auch nach dem hohen



*Fe*-gehalt — Hypersthen. Die Pyroxene enthalten als Einschlüsse Glasstäbchen (ein System liegt  $\parallel c$ , das andere  $\parallel (001)$ ), zuweilen schwarze Felder, die auf das Zusammenfließen mehrerer Stäbchen zurückgeführt werden, schließlich größere compacte schwarze Körper oder Haufen (isoliert oder in zusammenhängender Masse den Pyroxen erfüllend), die Verf. für verschlackten Pyroxen hält. Der Gesamtpyroxen hat die aus der Totalanalyse berechnete Zusammensetzung  $CaMg_2Fe_3Si_6O_{18}$ . Lebhaft glänzende Körnchen in den feldspatigen Schmelzherden des Eukrits betrachtet der Verf. als Neubildung und hält sie eher für Magnetkies als für Troilit. Eckige schwarze Erzkörner, zuweilen auch zu Aggregaten zusammentretend, sehr schwach metallglänzend, auch an den Rändern durchaus opak, sind wahrscheinlich Magnetit. Derselbe ist gern mit Magnetkies verwachsen.

Ref.: E. Düll.

**50. E. Cohen** († in Greifswald): **Das Meteoreisen von Millers Run bei Pittsburgh und Nickelsmaragd auf Rostrinde von Werchne Dnieprowsk** (Mittlgn. d. natwiss. Ver. f. Neu-Vorpommern u. Rügen 1903, 25, 1—3.)

1. Millers Run bei Pittsburgh, Alleghany Co., Pa., U. S.: Ein 99 g schweres Stück (Oktaëdrit) aus der Göttinger Universitätssammlung enthält nur kleine Partien von Schreibersit, ferner Troilit und Chromit (Daubreilith?). Kamazit (98,78 %): je stärker die Abkörnung, um so mehr treten die Feilhiebe zurück, während die Ätzgrübchen an Menge etwa gleich bleiben. Eine äußere scharf abschneidende 1—1,5 cm breite Zone ist stark verändert, der Kamazit ist fleckig (bis  $\frac{1}{2}$  mm große ganz unregelmäßige Partien heben sich ohne scharfe Trennung durch lebhaften Schimmer deutlich von einander ab, die gröbere Abkörnung der Balken tritt bis zum Verschwinden zurück). Analyse des *Ni*-Eisens ohne accessorische Gemengteile: *Fe* 93,07, *Ni* 5,68, *Co* 1,20, *Cu* 0,05; Summe 100,00.

2. Nickelsmaragd auf Rostrinde von Dnieprowsk: kleine Tafeln oder feinschuppige smaragdgrüne Aggregate; kräftiger, etwas fettartiger Glanz; in dünnen Blättchen lichtgrün, in dickeren smaragdgrün durchsichtig; Doppelbrechung schwach, Pleochroismus fehlt; ohne Einschlüsse und Spaltbarkeit. Auch die chemischen Reactionen stimmen mit dem Nickelsmaragd aus Pennsylvanien.

Ref.: E. Düll.

**51. L. H. Borgström** (in Helsingfors): **Die Meteoriten von Hvittis und Marjalahti** (Inaug.-Diss. Helsingfors 1903, 1—80. Mit 7 Tfln.).

Der 1901 gefallene rundlich abgeplattete Meteorit von Hvittis, Åbo Län, Finnland (14,05 kg,  $28 \times 23 \times 13,5$  cm), besteht wesentlich aus feinkörnigen Silicaten, Nickeleisen und Sulfiden. Graugrüner Enstatit (60 %): Bis 1,5 mm lange Krystalle, meist ohne Endflächen, in Nickeleisen mit  $\{001\}$ ,  $\{400\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{hkl\}$  ( $h$  oder  $k = 0$ ), spaltbar nur nach  $\{110\}$ ; Einschlüsse: Nickeleisen, Troilit, wahrscheinlich Chromit; Glas, Gasblasen; spec. Gew. = 3,217. (Analyse I, alles *Fe* als *FeO* berechnet; wahrscheinlich durch Oligoklas verunreinigt.)

(Hierher die Analysen auf S. 544 oben.)

Oligoklas (9,86 %): Formlose Zwischenklemmung, Individuen 0,1—0,2 mm groß, Albitzwillinge, spec. Gew. 2,60—2,65, farblos; Einschlüsse: Enstatit, selten Oldhamit, wahrscheinlich Chromit; Gasblasen. (Analyse II; ungefähr  $Ab_4An$ , verunreinigt durch Enstatit; III berechnet auf reine Substanz).

	I.	II.	III.	VII.
$SiO_2$	59,05	63,95	63,5	40,26
$Al_2O_3$	4,09	17,34	22,2	$Cr_2O_3$ 0,42
$FeO$	0,90	0,39 <sup>1)</sup>	—	11,86
$CaO$	0,98	3,12	4,0	—
$MgO$	37,10	9,39	—	47,26
$Na_2O$	0,68	7,23	9,2	0,05
$K_2O$	0,47	0,87	1,1	0,21
	100,27	102,26	100,0	99,76

Oldhamit (0,86 %): Bis 0,3 mm große, meist runde Körner, hell braungelb, pellucid, gute kubische Spaltbarkeit, isotrop, stark lichtbrechend.

Nickeleisen (21,5 %): Körner, Klumpen, Splitter bis 2 mm groß, poliert matt weiß, gibt mit  $HCl$  und  $HNO_3$  keine Ätzfiguren; anscheinend das zuletzt ausgeschiedene Mineral, oft vom Phosphornickeleisen besäimt. (Analyse IV berechnet aus der Totalanalyse).

	IV.	V.	VI.	VIII.	IX.
$Fe$	91,11	92,28	92,64	63,63	55,15
$Ni$	8,56	7,13	7,11	—	29,15
$Co$	0,33	0,42		—	0,21
	100,00	99,83	99,75	$S$ 35,93	$P$ 14,93
				99,56	99,44

Schreibersit (0,5 %): Härter, stärker glänzend und glatter auf polierten Flächen als  $Ni$ -Eisen. Troilit (7,34 %): Kleine goldglänzende Körner, nicht magnetisch; bisweilen anscheinend regelmäßig verwachsen mit Daubréelit (0,57 %). Dieser ist dunkelviolet, opak; (bisher in Steinmeteoriten nicht nachgewiesen). Chromit: Winzige schwarze opake Körner. Graphit: Vereinzelt längliche Knöllchen (1—2 mm), blättrig, elastisch wie Pargasgraphit, verbrennt leichter wie dieser, langsamer als Ceylongraphit; Verhalten gegen Salpeterschmelze und  $HNO_3$  normal. Außerdem enthält der Meteorit Glas, Gase und wasserhelle Körner eines unbestimmten Minerals (isotrop bis sehr schwach doppeltbrechend). Bis 3 mm große Chondren bestehen meistens fast nur aus excentrisch-radialstrahligem Enstatit (anscheinend Säulchen), seltener aus unregelmäßigen Aggregaten kurzprismatischer Enstatitkörner, oder parallelen Enstatitlamellen. In anderen begleiten Oldhamit oder Nickeleisen den Enstatit. Der Hvittis-Meteorit könnte nach dem Tschermakschen System am besten in krystallinischer Enstatit-Chondrit genannt werden.

Der 1902 gefallene Meteorit von Marjalahti, einer Bucht des Ladogasees Kirchspiel Jaakkima, Viborgs Län, Finnland (Gesamtgewicht 44,8 kg, Gewicht des größten Stücke 22,7 und 4,8 kg), ist ein Pallasit, der einzige, dessen Fall man beobachtet hat. Nickeleisen (80 %), die Grundmasse des Meteoriten, gibt mit verdünnter  $HNO_3$  Ätzfiguren wie die Pallasite von Rokicky, Imilac und Krasnojarsk (G. Tschermak, A. Brezina und E. Cohen). Eine äußere Zone ist einheitlich oktaëdrischer, schraffierter, abgekörnter Kamazit, ein stark glänzender Rand Taenit, dunkle »Felder«, sind Plessit, der hier und da nach vier Richtungen von einheitlich orientierten Balken durchzogen ist. (Analyse V:  $Cr$ - und  $P$ -freies Nickeleisen; Parallelanalyse VI.)

1)  $Fe_2O_3$ ; die Oxydationsstufe des  $Fe$  wurde nicht bestimmt.

Olivin (ca. 20%). Runde, auch längliche Körner bis 2 cm groß; gelblich, klar, ohne Interpositionen. Spec. Gew. = 3,3778. Analyse VII (*Ni*-frei).

Troilit: »Knollen« bis 4 cm Durchmesser; tombackbraun und glänzend wie Pyrrhotin; unfrische Flächen mattglänzend; reine Stücke unmagnetisch. (Analyse VIII auf olivinfreie Substanz berechnet.)

Schreibersit: Individuen bis 0,5 cm (auch in Troilit eingeschlossen), spec. Gew. 7,278. (Analyse IX). Verf. vermutet, daß außer dem gewöhnlichen  $Fe_2NiP$  in Meteoriten eine Serie isomorpher Mischungen von  $Fe_3P$ ,  $Ni_3P$  mit wenig  $Co_3P$  analog dem Vorkommen von  $CaCO_3$ ,  $MgCO_3$  und  $(Ca, Mg)CO_3$  vorhanden sei.

Bezüglich des analytischen Verfahrens constatiert Verf. die ausgezeichnete Brauchbarkeit der Formiatmethode, sowohl wenn *Ni* und *Co* überwiegen, als wenn *Fe* die Hauptmasse ausmacht.

Ref.: E. Düll.

**52. C. F. Kolderup** (in Bergen): **Die Labradorfelse des westlichen Norwegens.** II. Die Labradorfelse und die mit denselben verwandten Gesteine in dem Bergensgebiete. Mit 3 Tfln. und 25 Textfig. (Bergens Museums Aarbog 1903, 12, 4—129).

Die Plagioklase des Bergener Gebietes sind weiß, seltener rötlich oder dunkelviolett und ermangeln meist der charakteristischen Interpositionen der Labradorfelse; sie sind — außer in pyroxenreichen Zonen — lamelliert nach dem Albitgesetz, häufig periklinisch, vereinzelt finden sich Bavenoer Zwillinge. Blätteriger Diallag ist braun, körniger grünlich, faserige Aggregate schimmern auf dem Blätterbruche metallisch.

Analyse I: Diallag aus pyroxen- und granatreicher Masse in Labradorfels (14 Mol. Diopsid-Hedenbergit + 4 Mol. Akmit + 5 Mol.  $(Mg, Fe)(Al, Fe)_2SiO_6$  mit  $TiO_2$ ; ähnlich dem Pyroxen in dioritähnlichem Gabbro von Casone Braccia ö. von Primolo, Italien)<sup>1)</sup>.

	I.	II.	III.
$SiO_2$	48,41	42,24	63,60
$TiO_2$	0,97	—	—
$Al_2O_3$	7,55	13,55	20,50
$Fe_2O_3$	8,48	12,94	0,74
$FeO$	5,38	15,52 <sup>2)</sup>	0,33
$MgO$	12,97	8,94	0,46
$CaO$	15,40	6,94	2,52
$Na_2O$	4,60	0,24	5,54
$K_2O$	0,30	—	6,57
	100,46	100,22	99,90

In einem pyroxenreichen Concentrationsproducte von Fosse n. von Alværstrømmen läßt sich die völlige Umwandlung des Diallags in glaukophanähnliche Hornblende, Aktinolith, Quarz, Epidot, etwas Calcit und Eisenerz beobachten. Die selteneren Orthopyroxene gehören zum Hypersthen. Sehr verbreitete hellrote bis rothbraune Granate sind stets isotrop und einschlußfrei, mitunter in blaugrüne Hornblende umgewandelt.

Analyse II: Granat aus Labradorfels von Alværstrømmen. Die oft an Erzausscheidungen gebundenen Granate stehen in ihrem *Fe*-Gehalt zwischen den Pyroxenen und den ihnenitreichen Concentrationsproducten. Grüne Hornblende

1) Cossa, diese Zeitschr. 7, 629.

2) Spur *MnO*.

(a strohgelb, b moosgrün, c blaugrün; Absorption  $c > b > a$ ) ist gewöhnlich aus Pyroxen entstanden, braune ist sehr selten (a strohgelb, b rötlichbraun, c kastanienbraun). Mitunter ist Hornblende aus dem selteneren Biotit entstanden. Dieser ist strohgelb-hellbraun pleochroitisch; er scheint aus dunklerem umgewandelt zu sein. Sonstige secundäre Gemengteile sind Talk, Chlorit, Muscovit, Paragonit, Epidot, Albit, Quarz, Rutil; primäre sind grüner Spinell [gut spaltbar nach (111)], Pyrit, Ilmenit, Titanmagnetit, Magnetit, sehr selten Apatit.

Ilmenit tritt an folgenden Orten auf: Kleine Schlieren bei Lindaas; bei Seilfald n. von Manger eine ca. 20 m lange und mitten 2—3 m breite Schliere; kleine Schlieren in Labradorfels auf einem Inselchen im Næsee; Erze mit 23,27%  $TiO_2$  bei Askeland auf Radö, solche von Soltvedt mit 30,49%  $TiO_2$  (nach Vogt); größere Vorkommen auf dem Inselchen Store Tveitö, andere bei Alværstrømmen auf Radö und auf dem Festlande bei Alværunds Kirche; eine kleine Schliere spinellführenden Ilmenitpyroxenits bei Espetveit auf Holsenö. Ilmenit umschließt oft Kupfer- und Eisenkies, er enthält etwas Titanomagnetit und ist begleitet von Apatit, Ilmenit, Rutil, Granat, Hornblende, Biotit, Chlorit und Plagioklas, am letztgenannten Orte von Eisenkies, Spinell, Hypersthen, Diagenit und rotbrauner Hornblende. Die aus Omphacit, Hornblende und Granat, untergeordnetem Biotit, Rutil, Eisenerzen und Apatit, accessorischem Muscovit, Plagioklas, Zoisit, Epidot und Eisenkies zusammengesetzten Eklogite stehen in engem örtlichen und genetischen Verhältnis zu den Labradorfelsen, ebenso wie manche Serpentine, von denen sich andere aus Saussuritgabbros, Pyroxeniten und Peridotiten ableiten. Serpentin von Sanmanger enthält Chromit.

Analyse III: Mikroperthit ( $3KAlSi_3O_8 + 4NaAlSi_3O_8 + CaAl_2Si_2O_6$ ), spec. Gew. 2,62, aus einem sauren Mangerit (Banatit) von Kalsaas bei Manger (Mittel aus zwei Parallelanalysen).

Ref.: E. Düll.

**53. F. Zirkel** (in Leipzig): **Über Urausscheidungen in rheinischen Basalten** (Abhdlgn. d. math.-phys. Kl. d. K. Sächs. Ges. d. Wiss. 1903, 28, 103—198).

In den besonders zahlreichen Einschüssen des Plagioklasbasaltes vom kleinen Finkenberge bei Bonn treffen enorm viele Mineralien in einer gewöhnlichen Gesteinen fremden Weise zusammen. Sie zeigen der Basaltmasse gegenüber wie unter sich schärfste chemische Gegensätze; dabei lassen sich immerhin gewisse regelmäßige Abstufungen in der Zusammensetzung der einzelnen Einschlüsse verfolgen. Centrale Aggregate sind darin allgemein durch differente Gemenge umrandet, die auch für sich als eigene Einschlüsse vorkommen. Solche umhüllte Partien erscheinen durch zonaren Aufbau aus verschiedenen Mineralien selbständigen Individuen vergleichbar. Verschiedenartigste Einschlüsse liegen in der Basaltgrundmasse oft dicht beisammen. Um manche Einschlüsse, z. B. glimmerhaltige Olivinknollen, finden sich Contractionsrisse, um andere, z. B. um Sapphir und Zirkon, regelmäßig nicht. Secundäre Carbonate (bald dem Calcit, bald dem Siderit genähert, weit seltener Aragonit) erfüllen Hohlräume und grenzen oft die Einschlüsse vom Basalt ab; in ähnlicher Weise finden sich Nester oder Absätze von Opal (oft schmutzig grünlichgelb). Auf Klüften erscheinen häufig zierliche Täfelchen wasserhellen Barytes, spärlicher Gypskryställchen. Selten sitzen Pyritwürfeln auf warzigem Fe-haltigem Carbonat, das Quarzeinschlüsse umsäumt. Von Zeolithen auf Hohlräumen waltet Phillipsit vor. Wo nicht anders bemerkt, hält Verf. die nachstehend genannten Einschlüsse sicher für Urausscheidungen des Basaltes.



I. Olivinknollen. Für ihre Ausscheidungsart sprechen als neu beobachtete Erscheinungen: einzelne abnorme Strukturen (z. B. bohnen große Picotite in feinkörnigen Knollen), variabler Mineralbestand (Olivin, Glimmer, grasgrüner Diopsid, blassbrauner Enstatit und Augit, tiefbraune zum Teil magmatisch veränderte Hornblende, Picotit u. a. in qualitativ und quantitativ verschiedenster Vergesellschaftung), constanter Wechsel des Mineralbestandes im Einklange mit der Configuration des Knollens (z. B. central andere Mineralien gehäuft als peripherisch; Übergänge sprechen für einen fortlaufenden Bildungsact), Nachbarschaft ganz conformer Aggregate reiner Mineralien (Enstatit, Diopsid, Glimmer, Picotitklumpen), welche auch einzeln in Glimmeraggregaten auftreten; Apatit findet sich gleichartig in Olivin- wie in danebenliegenden Augitknollen. Alle diese Aggregate bilden auch scharf abgegrenzte Umrandungen ganz differenten Massen (z. B. eine zolldicke Rinde normalen Olivinknollenmaterials um eine Masse schwarzen Augites von einigen Zoll Durchmesser). Besonders häufig sind die Olivinknollen mit dunklem Augit, Magnetit-Augit, »Fettquarz«, Feldspat, Glimmer und Quarz-Feldspataggregat umrandet. Mikroskopische Pseudomorphosen dichten Carbonates und Opals nach Olivin erklären sich leicht auf folgende Weise:  $Mg_2SiO_4 + CO_2 + H_2O = 2MgCO_3 + SiO_2 \cdot H_2O$ . — Durchschnittszusammensetzung eines größeren normalen Olivinknollens vom Finkenberge (Mittel aus zwei Parallelanalysen; sehr ähnlich der Zusammensetzung des Lherzolites vom Weiher Lherz):

$SiO_2$	43,20	$FeO$	4,57	$Na_2O$	2,33
$Al_2O_3$	2,42	$CaO$	2,75	$H_2O$	0,77
$Cr_2O_3$	Spur	$MgO$	38,83		99,89
$Fe_2O_3$	4,45	$K_2O$	0,57		

Auch chemische Gründe sprechen dafür, daß die Olivinknollen Producte der ersten Magmaabspaltung sind.

II. Augitaggregate (mitunter irrtümlich für Hornblende gehalten). Partien dunklen Klinopyroxens zeigen an Körnern nur bisweilen {110}, {100}, {010} (Spaltrisse nach {110} erscheinen kräftig; c : c = bis 45°); sie bilden am Finkenberge bis 6 cm dicke Rinden um rundliche Quarzeinschlüsse. Manche enthalten ungemein reichlich Gasporen und Magnetitkörner, andere gelben Magnetkies. Sie führen oft graugrünligen, etwas fettglänzenden Titanit (bis 0,5 cm große Krystalle ohne Spaltrisse, meist unregelmäßige Partien, Augit und Apatit einschließend), Apatit (gedrungene Individuen mit {1010}, {0001}, bläulichgrau; unter dem Mikroskop »staubig« durch längliche cylindrische Poren und nach c angeordnete solide dunkle Nadelchen), daneben Orthitkörnerchen. Eine von warzigem Calcit mit Opallagen umrandete Feldspat-Augitmasse enthält Stellen, die fast nur aus nahezu farblosen isotropen Granatkörnern (bis 0,15 mm groß) bestehen. Ein Einschluß setzt sich aus grasgrünem Diopsid (c : c ca. 37°) mit faserigem Enstatit zusammen (von Olivin nur Spuren); ein anderer ist ein grobes Gemenge von Diopsid, blaßbraunem Enstatit und ganz wenig Olivin und Picotit. Enstatit (blaßbräunlichgrün wie in Olivinknollen) bildet auch selbständige Einschlüsse (3—4 cm dicke Aggregate; die regellos orientierten Individuen sind bei 6,07—7,63%  $K_2$  kaum pleochroitisch und enthalten außer Gas- und Flüssigkeitseinschlüssen mikroskopisch gelbe bis braune Interpositionen, deren chemisches und optisches Verhalten auf dendritisch eingedrungenes Ferrihydroxyd schließen läßt). Anscheinend || {010} des Enstatits sind häufig feine Lamellen Klinopyroxens eingewachsen.



III. Hornblendemassen. Einzelne Aggregate bestehen zu  $\frac{3}{5}$  aus schwarzer Hornblende, zu  $\frac{2}{5}$  aus Magnetkies, andere aus Hornblende, »schlackigem« Magnetit und etwas violettlichem Apatit. Eine 2 cm lange, 1,5 cm breite glänzend schwarze Hornblendepartie vom Finkenberge enthält randlich und in inneren Kanälen als Umwandlungsproduct sehr viele schwarzbraune Stäbchen und Keulchen, vermutlich Titaneisen.

IV. Glimmereinschlüsse. Verworrene Lamellen glänzend schwarzbraunen Biotits mit minimalem Axenwinkel bilden für sich bis halb faustgroße Massen. Daneben findet sich »trüber Glimmer«, ein wohl nur auf magmatische Wirkung zurückführbares Umsetzungsproduct des sehr sensiblen Biotites in Augit und secundären Glimmer. In anderen Aggregaten überwiegt besonders frischer Biotit bis 3 mm große Olivine und bis über 1 cm große unregelmäßige Partien schwach schmutziggrün durchscheinenden Picotites. Aggregate glanzlosen Glimmers klemmen bis 2 mm lange grasgrüne diopsidartige Pyroxene, kleine Sillimanite und pfefferkorngroße »schlackige« Titanmagnetitkörner ein, vereinzelt 1 mm großen hellroten Zirkon.

V. Granateinschlüsse bestehen z. B. zu  $\frac{2}{3}$  aus frischem Granat (im Schliff blaßbräunlichgelb, irregulär zersprungen, isotrop, mit Gasporen und feinem Erzstaub), central oft granatärmer. Bis 3 mm große Ikositetraeder sind selten, bräunliche Körner werden 8 mm groß. Jene Aggregate führen u. a. dunkelgrünen Augit (nicht Ägirin), Quarz, Apatit (mit blaßviolettem Rande), Orthit, Carbonat, Feldspat (zum Teil Karlsbader Zwillinge), malakolithartige Pyroxene, seegrüne Klinopyroxene bis 1,1 mm groß, reich an Interpositionen. Basaltringe um große Granate enthalten winzige Granatikositetetraeder (innen bräunlich, außen farblos). Zwischen großen Granaten liegen Augit-Granataggregate mit Glaspartikeln, Carbonat, Orthit (zum Teil Zwillinge), Apatit und Wollastonit.

VI. Wollastonitaggregate enthält der Ölberg-Basalt (über cm-große verworrene Anhäufungen schmaler Leisten, auch stark glänzende farblose bis weiße Individuen mit vielen Spalttrissen nach {010}). Begleiter des Wollastonit sind Orthoklas, Augitaggregate, Granat. Im Finkenbergbasalt ist die Paragenesis Granat, Wollastonit, grüner bis farbloser Klinopyroxen, Apatit, Orthit, Titanit, Quarz, Calcit, Opal.

VII. Zirkon und Sapphir. Am Finkenberge finden sich neuerdings zahlreiche Einschlüsse mit rotem Zirkon (z. B. ein 12 mm langer, 10 mm breiter, blaßbräunlich, nicht pleochroitisch, frei von größeren Interpositionen). Zirkon sitzt massenhaft in vielen Feldspat- und Quarzfeldspatmassen, bisweilen reichlich in Sillimaniten, vereinzelt in Glimmerknoten. Sapphir bildet isolierte Individuen und ist integrierender Gemengteil in selbständigen Feldspat- und Quarzfeldspataggregaten, Sillimanitpartien, also in relativ  $Al_2O_3$ -reichen Silicateinschlüssen (besonders schöne Krystalle, meist {0001}, {1120} am Ölberge, Jungferns-, Papels-, Weil-, Steinringer-, Kuxenberge [ö. von Heisterbacherrott], Unkeler Bruch, Minderberg). Am Finkenberge kommen viele sapphirhaltige Einschlüsse vor. Nach dem Verf. ist die Sapphirbildung — wenn auch nicht notwendigerweise in allen Fällen — bedingt durch die nachbarliche Ausscheidung  $Al_2O_3$ -freier bzw. -ärmer Olivinknoten; die örtliche  $Al_2O_3$ -Anreicherung kann durch Magmeströmungen auch rasch wieder abgeschwächt werden. Analoges wird für Sillimanitpartien angenommen.

VIII. Sillimanit (feinstengelig bis faserig, nahezu silberweiß, Glas- fast Diamantglanz) bildet bis 5 cm große selbständige, constant länglich rectanguläre, meist von schmalen weißen Säumen dichten Carbonats oder trüben Opals

umzogene, niemals angeschmolzene Aggregate, oft durch Contractionsrisse vom Basalt getrennt und dadurch scheinbar in einem Hohlraume aufsitzend. {230} wurde wiederholt gemessen; Spaltung ausgezeichnet nach *b* (scheinbar nach *a*, zahlreiche Diagonalsprünge). Aggregate vom Finkenberge führen besonders Spinell, Sapphir, Zirkon. Rundlich begrenzter derber Sillimanit bildet schmutzig violettliche, matte Büschel aus mikroskopisch eisblumenartig angeordneten Fasern, innig durchwachsen mit zahllosen Individuen gleichalteriger violetter Spinelle, die stellenweise zu makroskopisch schwarzen Fleckchen geschart sind. Trüb graulichweiße Sillimanitbündel sind spinellfrei, dafür mit wasserhellen rissigen Quarzkörnern durchwachsen.

IX. Feldspataggregate. Quarzfreie Körneraggregate enthalten meist Orthoklas (auch größere einheitliche Fragmente, frisch, selten sanidinartig, am Öl-, Finken- und Minderberg), Plagioklas (auch selbständige größere Partien mit feiner Albitstreifung, bisweilen auch periklinischer Querstreifung, mitunter Karlsbader Zwillinge) und manchmal Natronmikroklin (Par- oder Anorthoklas). Allen Feldspaten mangelt zonarer Bau; ihre Aggregate sind von feinen Basallinterstitien durchzogen und von carbonaterfüllten Contractionsrissen umgeben. Reichlich enthalten sie gleichalterigen roten Zirkon (bis 2 mm lang, {100}, {111}, mitunter einseitig ausgebildet am Feldspat abschneidend), öfters Orthit (bis 2 mm groß, rundlich, Farbe und Glanz normal,  $H > 6$ , »schlackigem« *Ti*-Magnetit sehr ähnlich,  $a:c$  ca.  $36^\circ$ , starke Dispersion, Pleochroismus kastanien- und gelblichbraun; bisweilen Zwillinge; durch *HCl* leicht gallertisiert; Einschlüsse Magnetit, Zirkon, Apatit), Sapphir (in grauem Feldspataggregate vom Finkenberge 2 und 4 mm groß, bisweilen mit Zirkon makroskopisch nebeneinander); vereinzelt malakolithähnlichen Augit, bis 1,5 cm große Spinellkörner (im Schlicke grün, isotrop, eher Pleonast als Picotit). Feldspataggregate enthalten manchmal reichlich Sillimanit, niemals Glimmer. Sie, wie auch derbe Stücke, sind nach dem Verf. aus dem Urmagma da entstanden, wo etwa auf Grund reichlicher Bildung sehr basischer Massen (wie Olivinknollen oder Erzen) bei größerem Gehalt an  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  und Alkalien  $MgO$  und  $Fe$  zurücktraten. Mit Morozewicz's Versuchsergebnissen an Basaltfluß, dem Spinell und Korund zugesetzt war, gut übereinstimmend finden sich am Finkenberge feldspatfreie Olivinknollen mit Feldspatrinde.

X. Feldspataggregate (äußerlich granitähnlich, genetische Beziehungen zu Granit aber mindestens zweifelhaft, im Siebengebirge lediglich an Basalt gebunden) enthalten bis 8 mm dicke Quarze (milchig, öfter etwas rauchquarzähnlich) und weiße bis graue Feldspate (Aggregate von nie kaolinisiertem oder verglimmertem Orthoklas und Plagioklas mit Quarz). Farblose Orthoklase sind überaus porenreich, enthalten auch Glas oder Schlacke; saurer Oligoklas ( $Ab_6An_4$ ), frisch, feinlamelliert, ist arm an Gasporen (vereinzelt flüssiges  $CO_2$ ); Quarz, stets Körner, enthält u. a. reichlich bis 0,01 mm große Poren mit flüchtigem  $CO_2$ . Neben compacten kommen sehr selten lockere, aber weder schaumig aufgeblähte noch bünssteinartige Quarzfeldspatmassen vor, deren Componenten enorm zahlreiche Dampfporon von wunderlicher Gestalt (z. B. buchstabens- oder ziffernähnlich) führen. Compacte Aggregate vom Finkenberge enthalten untergeordnet rote Zirkone und blaue Sapphire (bis einige mm groß), smaragdgrüne Augite (pfefferkorngroß, Auslöschungs- $\angle$  bis  $52^\circ$ , demnach Na-arm, mit Olivineinschlüssen), Olivin. Etwas Augit enthalten auch die Aggregate vom Ölberge (daselbst Zirkon und Sapphir makroskopisch nebeneinander). Ein Aggregat besteht aus hellgrauen zollgroßen Plagioklasen (makroskopisch

so deutlich gestreift wie die Arendaler Oligoklase), erbsengroßen Quarzkörnern und Büscheln violetten Sillimanits. Letzterer findet sich auch mit Spinelleinschlüssen. Gelegentlich trifft man in sonst normalen Aggregaten Magnetkies.

XI. Quarzausscheidungen. Derber Quarz bildet für sich bis faustgroße Einschlüsse (graulich bis wasserhell, auch dem Milch-, Fett- und Rauchquarz ähnlich, dann schon durch mäßiges Erwärmen entfärbt). In Aggregaten wechseln oft bräunlich rauchfarbene Körner mit gleich großen wasserklaren. Bis 7 cm dicke fast farblose Quarzmassen vom Finkenberge sind 1 cm breit von Rauchquarzkörnern umrindet. Klarer Quarz scheint bisweilen durch Umsetzung in mikroskopischen Tridymit milchig geädert zu werden. Ein zerborstener Quarzeinschluß vom Finkenberge enthält makroskopischen Tridymit; Quarzstücke vom Ölberge sind mit größeren Tridymitblättchen bedeckt, begleitet von langprismatischen, außen durch weiße Substanz zart überzuckerten Augitkryställchen. Ein Quarzeinschluß enthält Rutil (durchschnittlich 0,1 mm, vereinzelt 1 mm lange Prismen); Sillimanit bildet bis 1 cm lange feinfaserige Büschelchen in körnigem Quarz vom Finkenberge; makroskopische Graphitblättchen finden sich in einem Quarzaggregat vom Ölberge, Magnetkies kommt in manchen Quarzbrocken vor. Ganz kleine Quarze haben oft einen Porricinrand. Mit Carbonat eng verbundener Opal (isotrop, farblos bis ganz blaßgelblich, sehr zerborsten) füllt manchmal Contractionsrisse an der Grenze von Basalt und Quarzeinschluß aus. Wahrscheinlich sind auch die Quarze Urausscheidungen.

XII. Picotitklumpen, (bis halbfaustgroß), sehr unregelmäßig zackig begrenzt, pechschwarz, opak, nur in dünnsten Schliften gelbbraun pellucid, isotrop, sehr rein, mit 7,25%  $Cr_2O_3$  (Reinisch), enthalten bis 3 mm große Olivine, auch kleine blaßgrünliche Feldspate.

XIII. Apatitknöllchen, bis über haselnußdick, rein, dunkelviolet oder grünlich, fettglänzend, wahrscheinlich Urausscheidung, zeigen am Finkenberge dieselbe Mikrostruktur wie in Aggregaten.

XIV. Magnetkiesvorkommen: 1. Derbkörnige reine Massen bis 10 cm Größe, eckig begrenzt, stets scharf umrandet, direct vom Basalt umschlossen (z. B. Godes-, Lühns-, Finken-, Peters-, Papels-, Minderberg); 2. manchmal reichlich in körnigem Quarz; 3. reichlich als große Körner in Quarzfeldspataggregaten (z. B. Finkenberg); 4. magnetkiesreiche Peripherie um augitführendes Quarzfeldspataggregat; 5. bis erbsengroße Partien blanken Magnetkieses bilden  $\frac{2}{3}$  eines sonst aus Feldspat bestehenden walnußgroßen Einschlusses; 6. in sapphirhaltigem Feldspataggregat; 7. makroskopische Körnchen, umschlossen von blauem, unmittelbar im Basalt liegenden Sapphir; 8. häufig und reichlich in Augitknollen als isolierte Körnchen oder als Geäder; 9. ähnlich in Hornblendknollen und 10. in Glimmereinschlüssen; 11. mit Graphitschüppchen (diese namentlich an den Rändern reichlich, z. B. vom Finkenberge). Nicht selten umschließen die Kiespartien Splitterchen bis über cm-große rectangular Stücke von blaßviolettlich grauem »Basaltjaspis«, der am Finkenberge auch Magnetkies einschließt.

XV. Magnetitpartien. Fast walnußgroße rundliche Stücke »schlackigen Ti-haltigen Magneteisens« (derb, eisenschwarz, muschelrig brechend, glasflußähnlich, total opak, vereinzelt einen 7 mm langen Apatit einschließend) finden sich z. B. im Unkeler Steinbruch, Scheidskopf, Godes-, Kutzen-, Nonnenstrom-, Jungfernen- und Finkenberg.

XVI. Graphit. 1. Selbständige bis bohnen-große Partien direct im Basalt (z. B. mit gewölbter blättriger Oberfläche vom Ölberge); 2. feine mitunter scharf

sechsseitige Blättchen in körnigen Quarzaggregaten; 3. ebenso in Feldspatpartien; 4. ganz ähnlich, bisweilen reichlich in vielen Quarzfeldspataggregaten; 5. in Magnetkieseinschlüssen als kleine blättrige Partien, oder Fugen der Kieslamellen überziehend, oder als Schüppchen am Rande von Kiespartien angereichert oder dort ausschließlich vorhanden. Diese Graphitvorkommen zeigen eine gewisse Analogie mit Basalten Grönlands.

Ref.: E. Düll.

54. V. Goldschmidt und Fr. E. Weight (in Heidelberg): Über Ätzfiguren, Lichtfiguren und Lösungskörper mit Beobachtungen am Calcit (N. Jahrb. f. Min. usw. 1903, Beil.-Bd. 17, 355—390).

Die Verf. geben zunächst ein umfangreiches Literaturverzeichnis über die Ätzung von Krystallen.

Die Messung mit zweikreisigem Goniometer ermöglicht eine rasche Aufnahme und die gnomonische Projection eine übersichtliche Darstellung. Die Ätzfiguren sollen zur Auffindung der Primärknoten (vgl. diese Zeitschr. 26, 4) dienen. Die Reflexzüge der Ätzung folgen beim Calcit den Linien der Formenentwicklung; gute Ätzfiguren lieferten vorzugsweise solche Flächen, die auf Grund der Formenentwicklung als Hauptknoten anzusehen sind. Concentration und Dauer der Einwirkung des Lösungsmittels sind auf den Verlauf der Reflexzüge von untergeordnetem Einflusse. Die Ätzfiguren sind von krummen Flächen begrenzt, daher bilden ihre Projectionen Lichtzüge. Cylindrische Krümmungen von Flächen geben »Zonenzüge«. Doppelt gekrümmte Flächen liefern »abgelenkte Züge« bezgl. »Lichtfelder«. Abgrenzung von Lichtfeldern durch eine lichtstärkere Linie wird »Grenzbogen« genannt. Ein Lösungsmittel bildet Züge vorwiegend nach den einen, ein anderes nach anderen Knoten aus. Die von Salpetersäure auf Calcit rhomboëdern erzeugte Lichtfigur ist ähnlich der von Salzsäure, dagegen sehr unähnlich der von Essigsäure erzeugten. Natürliche und künstliche Flächen geben die gleichen Ätzfiguren. Damit der reflectierte Strahl aus dem Ätzgrübchen herauskommt, ist Messung mit spitzer Incidenz nötig.

Verf. ätzte Calcitflächen  $\parallel$  (100), (110), (111), (633), (2 $\bar{1}$ 1), (10 $\bar{1}$ ). Als Lösungsmittel dienten Phosphorsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Salpetersäure + Salzsäure, Essigsäure, Ameisensäure, Essigsäure + Ameisensäure, Citronensäure. Eine Calcitkugel wurde mit Phosphorsäure geätzt. Bei letztem Versuche wurde die Wahrnehmung gemacht, daß Ätzfiguren nur an gewissen Stellen der Kugel auftreten, an den Orten der Hauptknoten der Formenentwicklung, und auf gewissen größten Kreisen, den Hauptzonen der Formenentwicklung. Die Entwicklung der Ätzfiguren bei künstlicher und bei natürlicher Ätzung strahlt von denselben Knoten aus und verläuft in denselben Zonen wie die Entwicklung der typischen Flächen.

Bezüglich der einzelnen Beobachtungen muß auf das Original verwiesen werden.

Ref.: J. Beckenkämp.

55. C. Viola (in Rom): Ein Wort zur Krystallstructur (Centralblatt f. Min. usw. 1903, 389—394).

Verf. wendet sich zunächst (vgl. auch diese Zeitschr. 35, 229) gegen die Anschauung, das Rationalitätsgesetz sei als notwendige Folge der Structurtheorie, oder auch umgekehrt, die Structurtheorie als gestützt durch das Rationalitätsgesetz anzusehen. Über ein homogenes Mittel sind zwei Hypothesen möglich:

1) Der zwischen zwei gleichwertigen Symmetrieaxen bestehende Abstand darf nicht kleiner als eine gewisse Länge  $a$  sein.



2) Der zwischen zwei gleichwertigen Symmetrieaxen bestehende Abstand hat keine untere Grenze außer Null.

Bei der ersten Annahme setzt man naturgemäß eine Structurtheorie voraus, bei der letzten sieht man davon ab. Wir können uns vorstellen, daß die verschiedenen Vektoren physikalisch verschieden sind, ohne mit Bezug auf den kleinsten Abstand zwischen den parallelen Vektoren etwas vorauszusetzen. Folglich ist die Structurtheorie nicht die Folge der beobachteten Tatsache, daß der Grad der Symmetrieaxen in den Krystallen auf 2, 3, 4 und 6 beschränkt ist. Überdies genügt ein Krystall nicht einmal vollkommen den geometrischen und physikalischen Bedingungen, welche einer bestimmten Symmetrie zukommen.

»Eine Structur der Krystalle, falls sie der Wissenschaft genügen soll, muß sich wohl auf die physikalischen Erscheinungen, nicht aber auf geometrische Forderungen stützen.«

»Eine auf Raumnetze von homologen Punkten gestützte Structurtheorie der Krystalle ist eine Fiction, welche unseren Geist erfreut und unsere Gedanken auf neue Bahnen führt, aber sie bleibt doch immer eine geometrische Fiction.«

»Wollen wir in einem Krystalle ein Netz von homologen Punkten einschließen, so bleibt uns keine andere Methode übrig, als die von Jordan (Annali di matematica pura ed appl. 1868, 3, 149), welche wir sowohl an die Structurtheorie von Bravais, als auch an diejenige von Sohncke-Fedorow anpassen können. Ziehen wir dagegen vor, von irgend welcher Structurtheorie abzusehen, so können wir ebenso gut aus dem Principe der Homogenität alle Consequenzen ziehen, wie sie sich aus der Structurtheorie ergeben.«

Ref.: J. Beckenkamp.

**56. A. Johnsen** (in Königsberg): **Über Zwillingsbildung** (Centralblatt f. Min. usw. 1903, 534—537).

Nach Sadebeck werden die Zwillinge entweder durch Angabe der Zwillingsaxe (Drehungsaxe) oder Zwillingsebene (die zu jener Axe senkrechte Ebene) definiert. Entweder ist nur die Ebene (Tscherma's Zwillinge erster Art) oder nur die Axe (Zwillinge zweiter Art) rational. Bei allen Zwillingen regulärer Krystalle, ferner bei allen Zwillingen tetragonaler oder hexagonaler Krystalle nach einer zur Hauptaxe senkrechten Axe und bei manchen Ergänzungszwillingen merödrischer Körper gehört zu jeder rationalen Axe auch eine rationale Ebene und umgekehrt.

Zwillinge nach rationaler Ebene mit irrationaler Axe können auch als solche nach einer rationalen Axe mit irrationaler Ebene gedeutet werden und umgekehrt, wenn eine zur Zwillingsaxe normale geradzählige Deckaxe existiert. Man kann dann zweifelhaft sein, welche Deutung die berechnete ist.

Beim Periklin und beim  $BaCdCl_4 \cdot 4H_2O$  (Zwilling nach dem Periklingesetz) erfolgt Zwillingsbildung nach der rationalen Axe [010], beim Titanit nach der rationalen Axe [110], bei  $FeCl_3 \cdot 2NH_4Cl \cdot H_2O$  nach der rationalen Axe [111]. Eine Zwillingsebene wäre in diesem Falle irrational. Die Verwachsungsflächen bilden in diesen Fällen eine oder mehrere rationale oder irrationale Ebenen aus der Zone der Zwillingsaxe.

Beim Plagioklas und beim  $BaCdCl_4 \cdot 4H_2O$  (Zwillinge nach dem Albitgesetz, vgl. diese Zeitschr. 19, 504) erfolgt Zwillingsbildung nach der rationalen Ebene (010), beim Augit nach (122), beim Staurolith nach (232) und in allen diesen Fällen ist die rationale Zwillingsebene auch die Zusammensetzungsfläche.

Man darf daher in den genannten zweifelhaften Fällen annehmen, daß die



Art der Verwachsung entscheidend sei für die richtige Deutung, so daß für Augit, Hornblende, Gyps, Epidot als Zwillingssebene die rationale Verwachsungsfläche, für Orthoklas und Rohrzucker dagegen als Zwillingsaxe die rationale Axe [001] aufzufassen sei. Mit Berücksichtigung der Ätzfiguren ergibt sich für den monoklinen Skolezit, daß [001] als rationale Zwillingsaxe, nicht aber, wie gewöhnlich angenommen wird, (100) als Zwillingssebene zu gelten hat. Bei der »einfachen Schiebung« entspricht die Gleitfläche der Zusammensetzungsfläche; sie kann entweder irrational sein und parallel einer rationalen Schiebungsrichtung (Zwillingsaxe) verlaufen, oder rational und normal zu einer irrationalen Drehungsaxe.

Die Zwillinge der Gypsgruppe stellen hiernach einen Specialfall von Schiebungen mit irrationaler Schiebungsrichtung, die der Orthoklasgruppe eine solche von Schiebungen mit irrationaler Gleitfläche dar.

Ref.: J. Beckenkamp.

**57. H. Baumhauer** (in Freiburg, Schweiz): **Über Flächenentwicklung und Krystallstructur des rhombischen Schwefels und des Anatas** (Centralblatt f. Min. usw. 1903, 665—676).

Im Anschluß an die frühere Abhandlung (diese Zeitschr. 38, 628) untersucht Verf. die Gesetzmäßigkeiten in der Verteilung der Flächen beim Schwefel und Anatas.

In einer flächenreichen Zone, in welcher etwa  $h = k = 1$ , kann eine primäre Reihe dargestellt werden durch:

$$(1, 1, l), (1, 1, l_1), (1, 1, l_2), \dots (1, 1, l_n), \text{ wobei}$$

$$l_1 = l + 1, \quad l_2 = l + 2, \quad \dots \quad l_n = l + n; \text{ oder aber auch durch}$$

$$l_1 = l + 2, \quad l_2 = l + 4, \quad \dots \quad l_n = l + 2n, \text{ usw. z. B.}$$

$$(111), (112), (113), \dots \text{ oder}$$

$$(111), (113), (115), \dots$$

Durch Complication, d. h. durch Addition der entsprechenden Indices zweier benachbarter Formen entstehen secundäre z. B. (223) oder (224) usw., durch weitere Complication der secundären mit den primären die tertiären (334) oder (335) usw.

Beim Schwefel tritt sehr bestimmt die primäre Reihe hervor:

$$(551), (334), (111), (113), (115), (117), (119)$$

$$2^0 3^0 \quad 1^2 0^2 \quad 2^6 0^3 \quad 1^4 0^3 \quad 7^0 3^1 \quad 4^0 4^7$$

Die zwischen je zwei Formen stehenden Zahlen der zweiten Reihe geben die Winkel zwischen den betreffenden Flächen an. Zwischen (111) und (113) ist dieser am größten, und deshalb schiebt sich zwischen beide Flächen die durch Complication abzuleitende Fläche (224) = (112). Weiter folgen die secundären Formen (442) = (221) zwischen (334) und (111), ferner (228) = (114) zwischen (113) und (115); dann die tertiären (335) zwischen (111) und (224) sowie (337) zwischen (224) und (113).

Wir haben also die Reihe:

$$\overset{\text{I}}{(551)}, \overset{\text{I}}{(334)}, \overset{\text{II}}{(442)}, \overset{\text{III}}{(553)}, \overset{\text{I}}{(111)}, \overset{\text{III}}{(335)}, \overset{\text{II}}{(224)}, \overset{\text{III}}{(337)}, \overset{\text{I}}{(113)}, \overset{\text{II}}{(228)}, \overset{\text{I}}{(115)},$$

$$\overset{\text{I}}{(117)}, \overset{\text{I}}{(119)}.$$

Die Flächendichtigkeit und damit die Wahrscheinlichkeit des Auftretens

einer Form nimmt ab mit dem steigenden Grade (I, II, III) der Complication, aber auch mit stärker wachsenden Indices.

Beim Anatas ist die primäre Reihe dieselbe wie beim Schwefel:

$$\begin{array}{cccccccc} (554), & (331), & (111), & (113), & (115), & (117), & (119); \\ 3^0 0' & 14^0 8' & 28^0 11' & 43^0 16' & 6^0 56' & 4^0 9' \end{array}$$

Als erste Complication erscheint zwischen (111) und (113) die Form (224) = (112), ferner (442) = (224) zwischen (331) und (111); ferner (228) = (114) zwischen (113) und (115) ferner (2, 2, 12) = (116) zwischen (115) und (117), ferner (2, 2, 16) = (118) zwischen (117) und (119) und endlich (2, 2, 20) = (1, 1, 10) zwischen (119) und (1, 1, 11). Zu diesen secundären Formen treten noch tertiäre und quartäre, so daß die Reihe zwischen (110) und (115) aus folgenden Formen besteht:

$$\begin{array}{cccccccccccc} \text{I} & & \text{IV} & & \text{III} & & \text{II} & & \text{IV} & & \text{III} & & \text{IV} & & \text{I} & & \text{IV} \\ (111), & (446), & (335), & (224), & (5, 5, 11), & (337), & (4, 4, 10), & (113), & (4, 4, 14), & & & & & & & & \\ & & & & \text{III} & & \text{IV} & & \text{II} & & \text{I} & & & & & & \\ & & & & (3, 3, 11), & (5, 5, 19), & (228), & (115). \end{array}$$

Schwefel und Anatas sind demnach als »zwei weitere Beispiele für diejenige Zonenentwicklung zu betrachten, welcher eine primäre Reihe mit arithmetisch steigenden Indices und zunächst gleicher oder fast gleicher, dann bei höheren Indices abnehmender Häufigkeit zugrunde liegt. Zwischen die Glieder der primären Reihe schieben sich infolge der einfachen oder der wiederholten Complication solche einer secundären, tertiären usw. Reihe ein, deren Häufigkeit im allgemeinen mit dem höheren Grade der Complication abnimmt.«

»Die Einschiebung neuer Formen wird wesentlich mitbestimmt durch die größere Winkeldifferenz der benachbarten Formen der primären Reihen, resp. der Formen geringerer Complication.«

Ref.: J. Beckenkamp.

**58. A. Johnsen** (in Königsberg): **Die anomalen Mischkrystalle** (N. Jahrb. f. Min. usw. 1903, 2, 93—138).

Die festen Lösungen lassen sich in drei Gruppen trennen: isomorphe Mischungen, »anomale Mischkrystalle« und die Adsorptionen. Zu den anomalen Mischkrystallen werden gerechnet: 1) Salmiakmischkrystalle, 2) massenisomorphe Körper, 3) Zeolithsubstanzen, 4) dilut gefärbte Körper.

1. Die Salmiakmischkrystalle sind jedenfalls auf Grund der Phasenlehre als homogene Gemenge aufzufassen und bilden möglicherweise einen Übergang zwischen isomorpher Mischung und makroskopischer Verwachsung; die beiden Componenten haben wahrscheinlich sehr ähnliche Krystallstructur.

Die wichtigsten Resultate einer eingehenderen optischen und krystallographischen Untersuchung verschiedener Mischkrystalle sind:

Die Eisensalmiakkrystalle stellen scheinbare Würfel mit gewölbten Vicinalflächen von Ikositetraëderlage dar. Sie bestehen aus sechs Anwachs-pyramiden von optisch negativ einaxigem Charakter. Eingelagert ist nach den Analysen vermutlich  $FeCl_3 \cdot 4H_2O$  oder weniger wahrscheinlich ein entsprechend hydriertes Ammoniumeisenchlorid. Ausgeschlossen dürfte Beimischung von  $FeCl_3 \cdot 2NH_4Cl \cdot H_2O$  sein.

Rhombendodekaëder, bestehend aus sechs optisch negativ einaxigen Teilen, werden aus schwach salzsaurer  $FeCl_2$ -haltiger Lösung erhalten; die optischen Axen sind je einer vierzähligen Symmetrieaxe parallel. Spannungen sind nicht

die Ursache der Doppelbrechung, sondern jedenfalls Beimischung einer doppeltbrechenden Substanz. Schwach doppeltbrechende farblose Ikositetraëder  $\{211\}$  entstehen aus schwach saurer  $MnCl_2$ -haltiger Lösung; Rhombendodekaëder mit  $\{211\}$  aus neutraler. Eine hellgrüne,  $NiCl_2$ -haltige Lösung liefert »eingeschnürte Würfel«, aus stark doppeltbrechenden, positiv einaxigen Anwachspyramiden bestehend; vermutlich ist  $NiCl_2 \cdot 2H_2O$  beigemischt. Mit salzsaurer  $CoCl_2$ -haltiger Lösung entstanden hell rosenrote Krystalle:  $\{400\}$  und  $\{320\}$ , aus negativ einaxigen Anwachspyramiden bestehend.  $\{320\} : \{3\bar{2}0\} = 22^0 24'$  (gemessen)  $= 21^0 37'$  (berechnet). Aus heißer Lösung entstand die Combination:  $\{110\}$ ,  $\{1\bar{1}0\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{1\bar{1}0\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{00\bar{1}\}$  von violetter Farbe. Optisch isotrope Krystalle mit  $\{211\}$  wurden aus salzsaurer Lösung mit  $CuCl_2$  erhalten; aus neutraler Lösung entstanden Skelette, zum Teil aus negativ, zum Teil aus positiv einaxigen Anwachspyramiden bestehend. Grüne Krystalle aus Lösungen mit grünem  $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ , aus negativ einaxigen Individuen bestehend, enthalten wahrscheinlich  $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ . Aus  $CdCl_2$ -haltiger Lösung entstehen zusammengesetzte, sehr schwach doppeltbrechende Würfel. Eingeschnürte Würfel, aus positiv einaxigen Anwachspyramiden bestehend, bildeten sich aus ammoniakalischer  $CuCl_2$ -Lösung. Normale Salmiakkryrstalle wurden aus Lösungen mit  $ZnCl_2$ ,  $HgCl_2$ ,  $SnCl_2$  erhalten.

Ammoniumsulfatmischkrystalle, durch Einleiten von  $NH_3$  in eine  $CuSO_4$ -haltige Lösung von  $(NH_4)_2SO_4$  erhalten, zeigten  $\{040\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{011\}$ ,  $\{021\}$ ,  $\{130\}$ . Schwache Absorptionsunterschiede:  $b > a > c$ ,  $a = c$ ,  $c = a$ ;  $2E_a = 87^0 24'$  (Na); spec. Gew. 1,78.

Verschiedene Salze und Doppelsalze, welche beim Zurücktreten des  $NH_4Cl$ -Gehaltes der Lösungen entstehen und zum Teil schon von anderen Autoren gemessen sind, wurden krystallographisch untersucht.

Eisenammoniumchlorid  $FeCl_3 \cdot 2NH_4Cl \cdot H_2O$ . Spec. Gew. 1,99.

Rhombisch:  $a : b : c = 0,6847 : 1 : 0,7023$ .

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $s\{102\}$ . Von oktaëderähnlichem Habitus. Häufig Zwillinge und zwar: Zwillingssaxe  $[11\bar{1}]$ , Zwillingsebene irrational, tafelig nach Flächen von  $\{110\}$ , oder Zwillingssaxe  $[10\bar{1}]$ , Zwillingsebene irrational; oktaëderähnlich.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (1\bar{1}0) =$	—	$*68^0 48'$
$a : s = (100) : (102) =$	—	$*62 \ 51$
$q : q = (011) : (0\bar{1}1) =$	$70^0 10'$	$70 \ 17$
$q : s = (011) : (102) =$	$43 \ 16$	$43 \ 10$
$q : m = (011) : (110) =$	$71 \ 3$	$71 \ 11$
$m : s = (110) : (102) =$	$68 \ 28$	$68 \ 30$
$q : q = (0\bar{1}1) : (01\bar{1}) =$	$69 \ 42$	$69 \ 37$ (1. Gesetz)
$s : a = (102) : (\bar{1}00) =$	$25 \ 41$	$25 \ 34$ } (2. Gesetz)
$m : q = (110) : (0\bar{1}1) =$	$1 \ 23$	$1 \ 21$ }

Von granatroter Farbe. Ebene der optischen Axen  $\{001\}$ ;  $b = c$  anscheinend erste Mittellinie; die optischen Axen sind durch  $\{110\}$  sichtbar.  $2H_a$  (um  $b$ )  $= 68^0 25'$  (Na);  $2H_a = 66^0 35'$  (Li).

Eisenchlorür  $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ . Spec. Gew. 1,96.

Monoklin.  $a:b:c = 1,1844:1:1,6358$ ;  $\beta = 111^\circ 11'$ .

Tafelig nach  $c$  und häufig polysynthetisch verzwilligt nach dieser Fläche.

	Berechnet:	Beobachtet:
$o:o = (111):(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 75^\circ 14' 2''$	—	$75^\circ 27'$
$\omega:\omega = (11\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}1)$	—	$*95 \ 45$
$c:o = (004):(111)$	53 9	53. 11
$q:q = (011):(0\bar{1}\bar{1})$	—	$*113 \ 30 \ 2)$
$e:\omega = (004):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	—	$*76 \ 4$
$q:m = (011):(110)$	50 3	50 15
$o:\underline{o} = (111):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	73 38	74 0
$\omega:\underline{\omega} = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	27 52	27 40

Spaltbarkeit nach  $\{001\}$  und  $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ . Farbe blaugrün; pleochroitisch; parallel  $a$  farblos, parallel  $b$  hellblaugrün; Ebene der optischen Axen  $\perp \{010\}$ .

Eisenchlorürammoniumchlorid  $FeCl_2 \cdot NH_4Cl \cdot 6H_2O$ . Spec. Gew. 1,46.

Monoklin.  $a:b:c = 1,0348:1:0,7066$ ;  $\beta = 90^\circ 20'$ .

Beobachtete Formen: Vorherrschend  $c\{001\}$  und  $m\{110\}$ , selten und untergeordnet  $o\{111\}$ ,  $\omega\{11\bar{1}\}$ ,  $r\{101\}$ ,  $q\{10\bar{1}\}$ ,  $q\{011\}$ ; häufig Zwillinge nach  $\{110\}$  oder auch nach  $\{111\}$  bzw.  $\{11\bar{1}\}$ , letztere auch künstlich zu erhalten. Die beiden Pyramiden lassen sich nicht scheiden wegen zu geringer Winkelunterschiede.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m:m = (110):(\bar{1}\bar{1}0) =$	—	$*88^\circ 35'$
$o:c = (111):(001)$	—	$*44 \ 25$
$\omega:c = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	—	$*44 \ 25$
$m:c = (110):(001)$	—	$*89 \ 46$
$m:\underline{m} = (110):(\bar{1}\bar{1}0)$	$2^\circ 50'$	3 1

Ebene der optischen Axen anscheinend parallel  $\{001\}$ ;  $a = a$ ,  $b = c$ .  $2H_a$  (um  $b$ )  $= 88^\circ 3'$  (in Öl); Doppelbrechung stark.

Nickelammoniumchlorid  $NiCl_2 \cdot NH_4Cl \cdot 6H_2O$ . Spec. Gew. 1,645.

Monoklin?.  $a:b:c = 1,0229:1:0,7093$ ;  $\beta = 90^\circ 10'$ .

Beobachtete Formen:  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ , untergeordnet  $o\{111\}$ ,  $\omega\{11\bar{1}\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $a\{100\}$ . Zwillinge nach  $\{110\}$  oder auch nach  $\{111\}$  bzw.  $\{11\bar{1}\}$ .

	Beobachtet:
$m:m = (110):(\bar{1}\bar{1}0) =$	$88^\circ 42'$
$m:c = (110):(001)$	89 53
$o:c = (111):(001)$	44 39
$\omega:c = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	44 39

Die Substanz geht Schiebungen ein, anscheinend nach einer der beiden Pyramiden. Die Größe der Schiebung ist gering. Ebene der optischen Axen anscheinend senkrecht zur Prismenzone.  $2H_a$  (um  $b$ )  $= 88^\circ 35'$  ( $Na$ - und  $Tl$ -Licht). Starke Doppelbrechung.

1) Anm. des Ref. Das Axenverhältnis wurde neu berechnet nach den Angaben von Johnsen.

2) Anm. des Ref. Sind corrigierte Zahlen statt der Druckfehler in der Tabelle.

Kupferammoniumchlorid  $CuCl_2 \cdot 2NH_4Cl \cdot 2H_2O$ . Spec. Gew. 2,04.  
Tetragonal.  $a : c = 1 : 0,7447$ .

Beobachtete Formen:  $o\{111\}$ ,  $a\{100\}$ ,  $t\{201\}$ ,  $c\{001\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$o : o = (111) : (1\bar{1}\bar{1}) =$	—	*87° 17½'
$o : a = (111) : (100)$	59° 13½'	59 14

Cadmiumammoniumchlorid  $CdCl_2 \cdot 2NH_4Cl$ . Spec. Gew. 2,04.  
Hexagonal (rhomboëdrisch-hemiëdrisch).

$$a : c = 1 : 0,4990.$$

Beobachtete Formen:  $o\{10\bar{1}1\}$ ,  $n\{11\bar{2}0\}$ , rhombendodekaëderähnlich.

	Berechnet:	Beobachtet:
$n : o = (11\bar{2}0) : (10\bar{1}1) =$	59° 25'	59° 23½'
$o : o = (10\bar{1}1) : (01\bar{1}1)$	—	*64 9½

Optisch positiv.

Cadmiumammoniumchlorid  $CdCl_2 \cdot NH_4Cl$ . Spec. Gew. 2,93.  
Rhombisch.  $a : b : c = 0,6056 : 1 : 0,7992$ .

Beobachtete Formen:  $b\{010\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $n\{120\}$ ,  $q\{011\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (1\bar{1}0) =$	—	*62° 23½'
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	—	*77 16
$n : n = (120) : (1\bar{2}0)$	79° 6'	79 4
$q : n = (011) : (120)$	61 13	61 15

Ebene der optischen Axen  $\{100\}$ ;  $c$  erste Mittellinie; positiv.

Zinkammoniumchlorid  $ZnCl_2 \cdot 3NH_4Cl$ . Spec. Gew. 4,84.  
Rhombisch.  $a : b : c = 0,6899 : 1 : 0,782$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$q : q = (011) : (0\bar{1}1) =$	—	*76° 3'
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	—	*69 12
$q : m = (011) : (110)$	69° 34'	69 41
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	54 42	54 31
$o : o = (111) : (11\bar{1})$	71 58	71 54
$o : o = (111) : (1\bar{1}\bar{1})$	83 32	83 35

Quecksilberammoniumchlorid  $HgCl_2 \cdot 2NH_4Cl \cdot H_2O$ . Spec. Gew. 2,84.

Schöne Krystalle aus salzsaurer Lösung.

Rhombisch.  $a : b : c = 0,712 : 1 : 0,7725$ .

Beobachtete Formen:  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $o\{111\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (1\bar{1}0) =$	—	*70° 54'
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	—	*73 48
$o : o = (111) : (1\bar{1}\bar{1})$	55° 46'	55 15



Zinnammoniumchlorid  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{NH}_4\text{Cl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Spec. Gew. 2,11.

Rhombisch.  $a : b : c = 0,6769 : 1 : 0,7452$ .

Beobachtete Formen:  $b\{010\}$ ,  $r\{101\}$ ,  $m\{110\}$ ; tafelig nach  $b$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (\bar{1}10)$	$= 68^\circ 22'$	$68^\circ 26'$
$r : r = (101) : (\bar{1}01)$	—	$*84 \quad 3\frac{1}{2}$
$r : m = (101) : (110)$	—	$*52 \quad 5$

Ebene der optischen Axen  $\{010\}$ ; durch  $\{101\}$  treten die Axen annähernd senkrecht aus.

Kupferchlorid + Ammoniak  $\text{CuCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

Erhalten durch langsames Abkühlen einer heißgesättigten Lösung von  $\text{CuCl}_2$  nach Einleiten von  $\text{NH}_3$ .

Monoklin. Beobachtete Formen:  $c\{001\}$ ,  $a\{100\}$ ,  $m\{110\}$ . Bisweilen Zwillinge nach  $\{001\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (\bar{1}10)$	= —	$*68^\circ 54'$
$c : a = (001) : (100)$	= —	$*83 \quad 44$

Spaltbarkeit nach  $\{110\}$ ; tiefblau; pleochroitisch.

Kupfersulfat + Ammoniak  $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Spec. Gew. 1,81.

Die Messungen von Marignac wurden bestätigt und zwar  $(120) : (\bar{1}20) = 121^\circ 16'$ ,  $(110) : (\bar{1}10) = 83^\circ 6'$ ,  $(011) : (0\bar{1}1) = 61^\circ 5'$ ,  $(011) : (110) = 63^\circ 45'$ .

Gute Spaltbarkeit nach  $\{100\}$ . Pleochroitisch (tief violett-blau);  $c > a > b$ ;  $c$  erste Mittellinie.

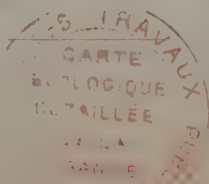
Weiter sind noch an Beobachtungsdaten zu erwähnen:  $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{NH}_4\text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mit spec. Gew. 1,92;  $\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$ : spec. Gew. 2,09; Ebene der optischen Axen  $\{100\}$ ,  $c$  erste Mittellinie.

2) Die massenisomorphen Körper, deren Literatur zusammenfassend angeführt wird, sind vermutlich ihrer Mehrzahl nach unter die wirklich isomorphen Körper zu rechnen.

3) Das Wesen der Zeolithsubstanzen besteht darin, daß bei stetiger Hydratation der entstehende Körper immer wieder eine homogene Phase darstellt, wobei der Wasseraustausch vielleicht nicht principiell verschieden ist von dem der gewöhnlichen Hydrate. Wie sich Verf. den Vorgang denkt, erläutert er am Analcim  $(\text{SiO}_3)_2\text{AlNa} \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Die Molekel  $(\text{SiO}_3)_2\text{AlNa}$  seien nach einem Würfel geordnet, die einzelnen Würfelmaschen centriert durch eine  $\text{H}_2\text{O}$ -Molekel, was dem Mengenverhältnis der Formel entspricht. Beim Erwärmen verdampfen einige  $\text{H}_2\text{O}$ -Molekel; die übrigen verteilen sich derart, daß nicht-centrierte Würfel gleichmäßig zwischen den centrierten verteilt sind.

4) Bei vielen dilut gefärbten Krystallen, insbesondere bei den Versuchen von Gaubert an gefärbten Nitralkrystallen, ergibt die Anwendung der Phasenlehre, daß hier mechanische Gemenge vorliegen; sie sind also nicht zu den festen Lösungen zu rechnen.

Ref.: B. Goßner.



# XXVII. Grundlagen einer neuen Theorie der Krystallstructur.

Von

A. Nold in Diez a. d. Lahn.

Dritte Abhandlung<sup>1)</sup>.

(Mit 2 Textfiguren.)

Wenn in einigen bis jetzt untersuchten Ringen zwei Bausteine, in bestimmter gegenseitiger Lage fest verbunden, als ein Ringglied auftraten, wodurch wir den Winkel  $38^\circ$  . . . als Krafrichtungsschnittwinkel erhielten, so legen wir der folgenden Abhandlung die Verbindung von drei Bausteinen zugrunde. Bei der Verbindung von drei Bausteinen kann man den mittleren von den beiden anderen vermöge seiner Bindung unterscheiden. Dieser Unterschied kommt bei der Ringschließung dann in der Raumlage der einzelnen Bausteine zum Ausdruck. Darin ist dann eine Verschiedenheit der Bausteine begründet, eine Verschiedenheit, die Ähnlichkeit mit den verschiedenen Atomen in einer chemischen Molekel hat. Geht man dann von diesen Raumringen zu Raumkörpern über, indem man über irgend zwei Ringglieder einen anderen Ring schließt, dessen Ebene geneigt zu der Ebene des ersten Ringes ist, dann tritt eine nochmalige Potenzierung der Bausteine ein, wodurch dann das eigentliche Bild einer chemischen Molekel entstehen würde.

Die Verbindung dreier Bausteine kann man nun in dreierlei Weise herstellen je nach den Krafrichtungen, die bei dem mittleren Bausteine abgesättigt werden. Diese können sein:

- 1) zwei entgegengesetzt gerichtete,
- 2) zwei, die sich unter einem Winkel von  $109^\circ$  . . . schneiden,
- 3) - - - - -  $70^\circ$  . . .

1) Erste und zweite Abhandlung diese Zeitschr. **40**, 43—48 und 433—474. — Ableitung der Voraussetzung s. Chemiker-Zeitung **29**, 174: Zur Valenzfrage.

Die Lage der beiden Endbausteine in bezug auf den mittleren Baustein, die naturgemäß eine möglichst symmetrische sein muß, kann dann noch zweifach sein:

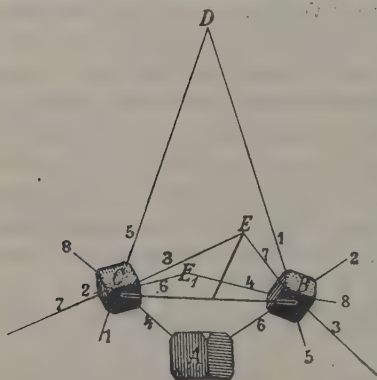
- a) die mit der Verbindungskraftrichtung gleiche Winkel einschließenden Krafrichtungen der Nachbarbausteine liegen in einer Ebene,
- b) die mit der Verbindungskraftrichtung verschiedene Winkel einschließenden Krafrichtungen der Nachbarbausteine liegen in einer Ebene.

Alle drei Verbindungsweisen liefern in der durch b) charakterisierten gegenseitigen Lage keinen neuen Krafrichtungsschnittwinkel.

Die damit construierten Ringe zeigen dieselbe Symmetrie wie die homogenen Ringe; der Unterschied besteht darin, daß in letzteren die Ringglieder und somit die Elementarbausteine immer gleich sind, in den ersteren sind die Elementarbausteine verschieden. Genau dasselbe gilt bei der Verbindungsweise 1) und der durch a) festgesetzten gegenseitigen Lage. Die Verbindungsweisen 2) und 3) liefern bei der durch a) festgesetzten gegenseitigen Lage je zwei neue Krafrichtungsschnittwinkel, die wie der Winkel  $38^\circ$  ... hypothetisch sind.

#### Bestimmung der neuen hypothetischen Krafrichtungsschnittwinkel und deren Functionen.

Fig. 4.



In Fig. 4 sind zwei Krafrichtungen des Bausteines A, die sich unter dem Winkel  $109^\circ$  ... schneiden, durch je eine der beiden Bausteine B und C gesättigt. Die Lage dieser in bezug auf A ist der Art, daß die mit der Verbindungskraftrichtung gleiche Winkel einschließenden Krafrichtungen von A und B resp. C paarweise in einer Ebene liegen. Das Gebilde ist symmetrisch nach der durch die Schwerpunkte der drei Bausteine bestimmten Ebene, in der auch die Richtungen 4.5 von C und 4.5 von B liegen. Bei der

Verlängerung bis zum Schnittpunkte entsteht ein Viereck ABDC, worin der  $\angle BDC$ , der hypothetische Krafrichtungsschnittwinkel, gleich  $360^\circ - \angle ABD - \angle CAB - \angle DCA$ , und da letztere unter sich gleich und gleich  $109^\circ$  ... sind, so ist:

$$\angle BDC = 360^\circ - 3 \times 109^\circ 28' 14'' = 31^\circ 35' 18''.$$

Die Krafrichtungen 7.3 (2.6) von C und 3.7 (4.8) von B liegen ihrer-

seits in einer Ebene und schneiden sich bei der Verlängerung in  $E$  ( $E_1$ ). Der hypothetische Winkel  $BEC$  läßt sich aus dem gleichschenkligen Dreieck  $CEB$  bestimmen, von dem seinerseits die Grundlinie  $CB = 2\sqrt{2}$  aus  $\triangle ABC$  und der Schenkel  $EB = \frac{2}{3}\sqrt{3}$  bekannt sind. Mithin ist

$$\sin \frac{CEB}{2} = \frac{2\sqrt{2}}{3\sqrt{3}} = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{2}{3}}$$

und

$$\cos = \sqrt{1 - \sin^2} = \frac{1}{3}\sqrt{57}.$$

Die Hälfte des Winkels ist dann  $32^\circ 58' 44''$ , somit der neue hypothetische Krafrichtungsschnittwinkel:  $65^\circ 57' 28''$ . Der Winkel von  $34^\circ 35' 18''$  ist auch gleich  $70^\circ 34' 46'' - 38^\circ 56' 28''$ . Da wir aber fast nur die Functionen des halben Winkels zur Rechnung nötig haben, so seien auch diese nur hier bestimmt. Der halbe Winkel  $45^\circ 35' 18''$  ist offenbar

$$\frac{1}{2}(70^\circ 34' 46''), \text{ d. i. } = 35^\circ 45' 53'' - \frac{1}{2}(38^\circ 56' 28''), \text{ d. i. } = 49^\circ 28' 14'',$$

denen wir im vorhergehenden schon begegneten. Aus den Functionen dieser bekannten Winkel ergeben sich dann die Functionen des Winkels  $45^\circ 35' 18''$ :

$$\sin 45^\circ \dots = \frac{1}{3}\sqrt{6},$$

$$\cos 45^\circ \dots = \frac{2}{3}\sqrt{3}.$$

Die Entfernung des Schwerpunktes eines Bausteines von den Schnitt-

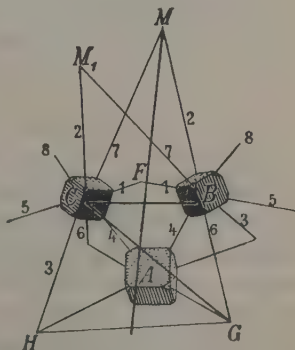
punkten der Krafrichtungen, die Strecke  $DB$ , ist  $= \frac{\frac{CB}{2}}{\sin 45^\circ \dots} = 3\sqrt{3}$ .

In Fig. 2 sind zwei Krafrichtungen des Bausteines  $A$ , die sich unter dem Winkel  $70^\circ \dots$  schneiden, durch je eine der beiden Bausteine  $B$  und  $C$  abgesättigt. Die Lage dieser letzteren in bezug auf den Baustein  $A$  ist dieselbe wie die oben festgesetzte. Die durch die Schwerpunkte der drei Bausteine bestimmte Ebene ist die Symmetrieebene; in dieselbe fallen die Krafrichtungen 4.5 von  $B$  und  $C$ . Diese letzteren bis zu ihrem Schnittpunkte  $F'$  verlängert gedacht bestimmen ein ebenes Viereck, dessen drei Winkel  $= 70^\circ \dots$  sind. Somit ist der Schnittwinkel der Krafrichtungen:

$$360^\circ - 3 \times 70^\circ \dots = 148^\circ 24' 42'',$$

der den vorhergehenden Winkel von  $34^\circ 35' 18''$  zu  $2R$  ergänzt. Die Functionen des halben Winkels sind daher:

Fig. 2.



$$\begin{aligned}\cos 74^{\circ} 42' 21'' &= \frac{1}{3}\sqrt{6}, \\ \sin 74^{\circ} 42' 21'' &= \frac{2}{3}\sqrt{3}.\end{aligned}$$

Die Entfernung  $FC$  bestimmt sich aus dem gleichschenkligen Dreieck  $FBC$ , worin  $BC$  aus  $\triangle ABC = 2$ , auf die Hexaëderkante als Einheit bezogen, ist.

$$FC = \frac{\frac{BC}{2}}{\sin 74^{\circ} \dots} = \frac{2}{3}\sqrt{3}.$$

Die Krafrichtungen 2.6 (3.7) von  $B$  und 3.7 (2.6) von  $C$  liegen ihrerseits in einer Ebene und schneiden sich bei der Verlängerung in  $M$  ( $M_1$ ). Die Hälfte des neuen Krafrichtungsschnittwinkels wird durch den Winkel  $GHC$  zu  $90^{\circ}$  ergänzt. Dieser aus dem  $\triangle GCH$ , das bestimmt ist durch die drei Seiten [ $CH = \frac{2}{3}\sqrt{3}$ ,  $GH$  aus dem gleichschenkligen Dreieck  $GAH$  ( $AH = GH = \frac{3}{2}\sqrt{3}$  und  $\sphericalangle GAH = 70^{\circ} \dots$ ) und  $GC$  aus dem ungleichseitigen Dreieck  $GAC$  ( $AC = \sqrt{3}$ ,  $AG = \frac{3}{2}\sqrt{3}$  und  $\sphericalangle GAC = 409^{\circ} \dots$ )]. Durch elementare Entwicklungen erhält man die Functionen des halben Krafrichtungsschnittwinkels:

$$\sin = \frac{1}{3}\sqrt{3}, \quad \cos = \frac{1}{3}\sqrt{78},$$

der halbe Winkel selbst ist dann gleich  $11^{\circ} 5' 45''$  und somit der neue Krafrichtungsschnittwinkel gleich  $22^{\circ} 11' 30''$ . Die Entfernung  $MC$  (aus dem gleichschenkligen Dreieck  $BCM$ ) ist gleich

$$\frac{\frac{BC}{2}}{\sin 49^{\circ} \dots} = 3\sqrt{3}.$$

Als neue Krafrichtungsschnittwinkel erhalten wir somit die vier Winkel, der Größe nach geordnet:

- 1)  $22^{\circ} 11' 30''$
- 2)  $34^{\circ} 35' 18''$
- 3)  $65^{\circ} 57' 28''$
- 4)  $148^{\circ} 24' 42''$

Bei den drei ersten dieser Winkel ist die Raumlage der sie bildenden Bausteine der Art, daß sowohl die convergierenden als auch die divergierenden Krafrichtungen wirken, d. i. den Ring bilden können; bei dem letzten tritt ein mechanisches Hindernis ein. Es ist ferner zu berücksichtigen, daß die Winkel  $22^{\circ} 11' 30''$  und  $65^{\circ} 57' 28''$  zweimal in der Verbindung der drei Bausteine vorkommen, daß somit bei einem und demselben Ringe diese beiden am Ringschlusse beteiligt sein können, so daß zwar ein homogener Ring entsteht, der aber von den rein homogenen Ringen unterschieden werden muß. Wenn aber bei den homogenen Ringen Unterschiede möglich sind, so ist dies erst recht bei den heterogenen Ringen der Fall.



In der folgenden Abhandlung sind nur die rein homogenen Ringe, die den vorausgehenden entsprechen, berücksichtigt. Sie zerfällt in:

- 1) Homogene Raumringe der einzelnen Winkel und Vergleich dieser mit den bereits untersuchten homogenen Ringen;
- 2) heterogene geradzählige Raumringe, in denen je zwei der Winkel abwechselnd am Ringschlusse beteiligt sind, nebst Feststellung eines Zahlenzusammenhanges dieser mit den homogenen Ringen.

## I. Homogene geradzählige Raumringe.

Der mathematischen Untersuchung dieser Ringe sei vorausgeschickt: Auf die halbe Entfernung der Raumpunkte als Einheit bezogen ist  $g$ , d. i. der Rotationsradius, immer gleich  $\cos$  des halben Krafrichtungsschnittwinkels und  $p$ , d. i. die Rotationsaxe, gleich  $\sin$  des halben Krafrichtungsschnittwinkels. Die Raumvierringe werden als solche untersucht, d. h. auf das Quadrat der Rotationsaxen bezogen, wobei die allgemeine Gleichung:

$$DE^2 = 2[g^2 + 2p^2 \sin^2 \zeta - 2gp \sin \zeta \cos \zeta \cos \sigma - 2gp \sin \zeta \cos \zeta \cos \tau - g^2 \sin \sigma \sin \tau + g^2 (\cos^2 \zeta - \sin^2 \zeta) \cos \sigma \cos \tau]$$

Anwendung findet. Die höheren Raumringe werden immer auf zwei gleiche gleichseitige ebene Polygone bezogen, deren Seitenzahl gleich der Hälfte der Seiten des zu untersuchenden Ringes ist unter Anwendung der vereinfachten Gleichung:

$$2p^2 \cos^2 \zeta - g^2 = g^2 (\cos^2 \zeta - \sin^2 \zeta) \cos \sigma \cos \tau - g^2 \sin \sigma \sin \tau - 2gp \cos \zeta \sin \zeta \cos \sigma - 2gp \cos \zeta \sin \zeta \cos \tau.$$

Die Rotationswinkel seien der Reihe nach mit  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \eta$  bezeichnet. Der Auflösung der Grundgleichungen eines jeden Ringes liegt die Auflösung der Gleichung von der allgemeinen Form:

$$A = B \cos \cdot \cos + C \sin \cdot \sin + D \cos + E \sin$$

zugrunde, die unter der Specialvoraussetzung, daß die Factoren an den  $\cos$ . gleich, daß ferner bei den Sechs- und Zwölfringen die Factoren an den Producten der Functionen der Rotationswinkel in einem bestimmten Verhältnisse stehen, bei den Vier- und Achtringen das Glied  $\cos \cdot \cos$  verschwindet, sechs quadratische Gleichungen liefert. Als siebente Auflösungsgleichung erhält man eine Gleichung von der Form:

$$0 \cos^4 + 0 \cos^3 + 0 \cos^2 + 0 \cos + 0 = 0,$$

wonach der  $\cos$ . und somit der Winkel selbst jeden beliebigen Wert annehmen kann. Die sechs quadratischen Gleichungen liefern zum Teil identische Werte.

1. Die homogenen geradzähligen Raumringe mit dem  $\angle 22^\circ 11' 30''$ .

## A. Der Raumvierring.

Die vier Grundgleichungen sind:

$$27 = -\sqrt{26} \cos \alpha - \sqrt{26} \cos \beta - 26 \sin \alpha \sin \beta$$

$$27 = -\sqrt{26} \cos \beta - \sqrt{26} \cos \gamma - 26 \sin \beta \sin \gamma$$

$$27 = -\sqrt{26} \cos \gamma - \sqrt{26} \cos \delta - 26 \sin \gamma \sin \delta$$

$$27 = -\sqrt{26} \cos \delta - \sqrt{26} \cos \alpha - 26 \sin \delta \sin \alpha.$$

Die Auflösung ergibt:

$$\cos \alpha_1 = -\frac{1}{26} \sqrt{26}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \frac{3}{13} \sqrt{39} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_3 = -\frac{1}{26} \sqrt{26}$$

$$\cos \alpha_4 = \frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \frac{3}{13} \sqrt{39} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_5 = \pm \frac{3}{26} \sqrt{78}$$

$$\cos \alpha_6 = \frac{1}{26} (26 - 27 \sqrt{26})$$

Das Resultat ist: Es gibt nur einen Raumvierring, und die Rotationswinkel selbst sind:

$$\alpha = 101^\circ 19', \quad \beta = 258^\circ 44', \quad \gamma = 101^\circ 19', \quad \delta = 258^\circ 44'.$$

## B. Die Raumsechsringe.

Die drei Grundgleichungen sind:

$$-49 = 26 \cos \alpha \cos \beta - 52 \sin \alpha \sin \beta - \sqrt{78} \cos \alpha - \sqrt{78} \cos \beta$$

$$-49 = 26 \cos \beta \cos \gamma - 52 \sin \beta \sin \gamma - \sqrt{78} \cos \beta - \sqrt{78} \cos \gamma$$

$$-49 = 26 \cos \gamma \cos \alpha - 52 \sin \gamma \sin \alpha - \sqrt{78} \cos \gamma - \sqrt{78} \cos \alpha,$$

deren Lösungen sind:

$$\cos \alpha_1 = \frac{1}{78} \sqrt{78} \pm \frac{2}{78} \sqrt{78}$$

$$\cos \alpha_2 = -\frac{1}{26} \sqrt{78} \pm 2 \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_3 = -\frac{1}{26} \sqrt{78} \pm 2$$

$$\cos \alpha_4 = \frac{1}{78} \sqrt{78} \pm \frac{2}{78} \sqrt{78}$$

$$\cos \alpha_5 = -\frac{1}{78} \sqrt{78} \pm \frac{3}{13} \sqrt{26} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_6 = -\frac{1}{26} \sqrt{78} \pm 2$$

Von diesen Werten bedingt  $\cos = +\frac{1}{78} \sqrt{78} - \frac{2}{78} \sqrt{78} = -\frac{1}{78} \sqrt{78}$ , der Winkel selbst  $96^\circ 30'$  oder  $263^\circ 30'$ , den starren Raumsechsring, bei dem die Rotationsachsen in einer Ebene liegen und ein ebenes reguläres Sechseck bilden.

## C. Die Raumachtringe.

Die vier Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} -25 &= -26 \sin \alpha \sin \beta - \sqrt{26} \cos \alpha - \sqrt{26} \cos \beta \\ -25 &= -26 \sin \beta \sin \gamma - \sqrt{26} \cos \beta - \sqrt{26} \cos \gamma \\ -25 &= -26 \sin \gamma \sin \delta - \sqrt{26} \cos \gamma - \sqrt{26} \cos \delta \\ -25 &= -26 \sin \delta \sin \alpha - \sqrt{26} \cos \delta - \sqrt{26} \cos \alpha, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \frac{1}{13} \sqrt{13} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \sqrt{2} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_3 &= -\frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \sqrt{2} \text{ -} \\ \cos \alpha_4 &= \frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \frac{1}{13} \sqrt{13} \\ \cos \alpha_5 &= \pm \frac{3}{26} \sqrt{78} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_6 &= \frac{3}{26} \sqrt{26} \pm 1 \text{ -} \end{aligned}$$

Davon bedingt  $\cos = \frac{1}{26} \sqrt{26} - \frac{1}{13} \sqrt{13}$ , der Winkel selbst gleich  $94^\circ 39' 30''$  oder gleich  $265^\circ 20' 30''$ , den Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes reguläres Achteck bilden.

## D. Die Raumzwölfringe.

Die sechs Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} -51 &= -26 \cos \alpha \cos \beta - 52 \sin \alpha \sin \beta - \sqrt{78} \cos \alpha - \sqrt{78} \cos \beta \\ -51 &= -26 \cos \beta \cos \gamma - 52 \sin \beta \sin \gamma - \sqrt{78} \cos \beta - \sqrt{78} \cos \gamma \\ -51 &= -26 \cos \gamma \cos \delta - 52 \sin \gamma \sin \delta - \sqrt{78} \cos \gamma - \sqrt{78} \cos \delta \\ -51 &= -26 \cos \delta \cos \varepsilon - 52 \sin \delta \sin \varepsilon - \sqrt{78} \cos \delta - \sqrt{78} \cos \varepsilon \\ -51 &= -26 \cos \varepsilon \cos \eta - 52 \sin \varepsilon \sin \eta - \sqrt{78} \cos \varepsilon - \sqrt{78} \cos \eta \\ -51 &= -26 \cos \eta \cos \alpha - 52 \sin \eta \sin \alpha - \sqrt{78} \cos \eta - \sqrt{78} \cos \alpha, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{1}{26} \sqrt{78} \pm \frac{1}{13} \sqrt{26} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{1}{78} \sqrt{78} \pm \frac{2}{3} \sqrt{3} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_3 &= -\frac{1}{78} \sqrt{78} \pm \frac{2}{3} \sqrt{3} \text{ -} \\ \cos \alpha_4 &= \frac{1}{26} \sqrt{78} \pm \frac{1}{13} \sqrt{26} \\ \cos \alpha_5 &= -\frac{1}{78} \sqrt{78} \pm \frac{2}{13} \sqrt{26} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_6 &= -\frac{77}{23 \cdot 26} \sqrt{78} \pm \frac{5}{23} \text{ -} \end{aligned}$$

$\cos = \frac{1}{26} \sqrt{78} - \frac{1}{13} \sqrt{26}$ , der Winkel selbst gleich  $93^\circ 10' 45''$  oder gleich  $266^\circ 49' 15''$ , ergibt den Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes reguläres Zwölfeck bilden.

## 2. Die homogenen geradzähligen Raumringe mit dem $\sphericalangle 31^{\circ} 35' 18''$ .

### A. Der Raumvierring.

Die vier Grundgleichungen sind:

$$27 = -5\sqrt{2} \cos \alpha - 5\sqrt{2} \cos \beta - 25 \sin \alpha \sin \beta$$

$$27 = -5\sqrt{2} \cos \beta - 5\sqrt{2} \cos \gamma - 25 \sin \beta \sin \gamma$$

$$27 = -5\sqrt{2} \cos \gamma - 5\sqrt{2} \cos \delta - 25 \sin \gamma \sin \delta$$

$$27 = -5\sqrt{2} \cos \delta - 5\sqrt{2} \cos \alpha - 25 \sin \delta \sin \alpha,$$

deren Lösungen sind:

$$\cos \alpha_1 = -\frac{1}{5}\sqrt{2}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{3}{5}\sqrt{6} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_3 = -\frac{1}{5}\sqrt{2}$$

$$\cos \alpha_4 = \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{3}{5}\sqrt{6} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_5 = \pm \frac{3}{5}\sqrt{3} \quad -$$

$$\cos \alpha_6 = -\frac{1}{10}(27\sqrt{2} \pm 40) \quad -$$

Es ist somit nur ein Raumvierring möglich, für den der cos. des Rotationswinkels  $-\frac{1}{5}\sqrt{2}$  ist; letztere müssen sein:  $\alpha = 106^{\circ} 25' 48''$ ,  $\beta = 253^{\circ} 34' 12''$ ,  $\gamma = 106^{\circ} 25' 48''$ ,  $\delta = 253^{\circ} 34' 12''$ .

### B. Die Raumsechsringe.

Die drei Grundgleichungen sind:

$$-44 = 25 \cos \alpha \cos \beta - 50 \sin \alpha \sin \beta - 5\sqrt{6} \cos \alpha - 5\sqrt{6} \cos \beta$$

$$-44 = 25 \cos \beta \cos \gamma - 50 \sin \beta \sin \gamma - 5\sqrt{6} \cos \beta - 5\sqrt{6} \cos \gamma$$

$$-44 = 25 \cos \gamma \cos \alpha - 50 \sin \gamma \sin \alpha - 5\sqrt{6} \cos \gamma - 5\sqrt{6} \cos \alpha,$$

deren Lösungen sind:

$$\cos \alpha_1 = \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{15}\sqrt{6}$$

$$\cos \alpha_2 = -\frac{1}{5}\sqrt{6} \pm 2 \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_3 = -\frac{1}{5}\sqrt{6} \pm 2 \quad -$$

$$\cos \alpha_4 = \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{15}\sqrt{6}$$

$$\cos \alpha_5 = -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_6 = -\frac{1}{5}\sqrt{6} \pm 2 \quad -$$

Der Ring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes reguläres Sechseck bilden, ist bestimmt durch  $\cos = \frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{2}{15}\sqrt{6} = -\frac{1}{15}\sqrt{6}$  und der Rotationswinkel selbst ist entweder gleich  $99^{\circ} 23' 54''$  oder gleich  $260^{\circ} 36' 6''$ .

## D. Die Raumachtringe.

Die vier Grundgleichungen lauten:

$$\begin{aligned} -23 &= -25 \sin \alpha \sin \beta - 5\sqrt{2} \cos \alpha - 5\sqrt{2} \cos \beta \\ -23 &= -25 \sin \beta \sin \gamma - 5\sqrt{2} \cos \beta - 5\sqrt{2} \cos \gamma \\ -23 &= -25 \sin \gamma \sin \delta - 5\sqrt{2} \cos \gamma - 5\sqrt{2} \cos \delta \\ -23 &= -25 \sin \delta \sin \alpha - 5\sqrt{2} \cos \delta - 5\sqrt{2} \cos \alpha, \end{aligned}$$

die befriedigt werden durch folgende Werte:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{2}{5} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \sqrt{2} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_3 &= -\frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \sqrt{2} \\ \cos \alpha_4 &= \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{2}{5} \\ \cos \alpha_5 &= \pm \frac{3}{5}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_6 &= \frac{23}{10}\sqrt{2} \pm 1 \text{ (imaginär)}, \end{aligned}$$

von denen  $\cos = \frac{1}{5}\sqrt{2} - \frac{2}{5}$ , der Winkel selbst entweder gleich  $96^{\circ}43'44''$  oder gleich  $263^{\circ}46'19''$ , den Ring bedingt, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes reguläres Achteck bilden.

## D. Die Raumzwölfringe.

Die sechs Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} -48 &= -25 \cos \alpha \cos \beta - 50 \sin \alpha \sin \beta - 5\sqrt{6} \cos \alpha - 5\sqrt{6} \cos \beta \\ -48 &= -25 \cos \beta \cos \gamma - 50 \sin \beta \sin \gamma - 5\sqrt{6} \cos \beta - 5\sqrt{6} \cos \gamma \\ -48 &= -25 \cos \gamma \cos \delta - 50 \sin \gamma \sin \delta - 5\sqrt{6} \cos \gamma - 5\sqrt{6} \cos \delta \\ -48 &= -25 \cos \delta \cos \varepsilon - 50 \sin \delta \sin \varepsilon - 5\sqrt{6} \cos \delta - 5\sqrt{6} \cos \varepsilon \\ -48 &= -25 \cos \varepsilon \cos \eta - 50 \sin \varepsilon \sin \eta - 5\sqrt{6} \cos \varepsilon - 5\sqrt{6} \cos \eta \\ -48 &= -25 \cos \eta \cos \alpha - 50 \sin \eta \sin \alpha - 5\sqrt{6} \cos \eta - 5\sqrt{6} \cos \alpha, \end{aligned}$$

die befriedigt werden durch die Werte:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{2}{5}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_3 &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_4 &= \frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{2}{5}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_5 &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_6 &= -\frac{73}{95}\sqrt{6} \pm \frac{42}{19}, \end{aligned}$$

von denen  $\cos = \frac{1}{5}\sqrt{6} - \frac{2}{5}\sqrt{2}$ , der Winkel selbst gleich  $94^{\circ}20'47''$  oder gleich  $265^{\circ}39'13''$ , den Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes reguläres Zwölfeck bilden, bedingt.



3. Die homogenen geradzähligen Raumringe mit  $\angle 65^{\circ} 57' 28''$ .

## A. Der Raumvierring.

Die vier Grundgleichungen sind:

$$27 = -2\sqrt{38} \cos \alpha - 2\sqrt{38} \cos \beta - 49 \sin \alpha \sin \beta$$

$$27 = -2\sqrt{38} \cos \beta - 2\sqrt{38} \cos \gamma - 49 \sin \beta \sin \gamma$$

$$27 = -2\sqrt{38} \cos \gamma - 2\sqrt{38} \cos \delta - 49 \sin \gamma \sin \delta$$

$$27 = -2\sqrt{38} \cos \delta - 2\sqrt{38} \cos \alpha - 49 \sin \delta \sin \alpha,$$

deren Lösungen sind:

$$\cos \alpha_1 = -\frac{2}{19}\sqrt{38}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{3}{19}\sqrt{114} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_3 = -\frac{2}{19}\sqrt{38}$$

$$\cos \alpha_4 = \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{3}{19}\sqrt{114} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_5 = \pm \frac{3}{19}\sqrt{57} \quad -$$

$$\cos \alpha_6 = -\frac{2}{19}\sqrt{38} \pm 1 \quad -$$

Daraus folgt, daß nur ein Vierring möglich ist, der an die Bedingung geknüpft ist:  $\cos = -\frac{2}{19}\sqrt{38}$ . Die Rotationswinkel sind:  $\alpha = 130^{\circ} 27' 28''$ ,  $\beta = 229^{\circ} 32' 32''$ ,  $\gamma = 130^{\circ} 27' 28''$ ,  $\delta = 229^{\circ} 32' 32''$ .

## B. Die Raumsechsringe.

Die drei Grundgleichungen sind:

$$-44 = 49 \cos \alpha \cos \beta - 38 \sin \alpha \sin \beta - 2\sqrt{114} \cos \alpha - 2\sqrt{114} \cos \beta$$

$$-44 = 49 \cos \beta \cos \gamma - 38 \sin \beta \sin \gamma - 2\sqrt{114} \cos \beta - 2\sqrt{114} \cos \gamma$$

$$-44 = 49 \cos \gamma \cos \alpha - 38 \sin \gamma \sin \alpha - 2\sqrt{114} \cos \gamma - 2\sqrt{114} \cos \alpha,$$

deren Lösungen sind:

$$\cos \alpha_1 = \frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{4}{57}\sqrt{114}$$

$$\cos \alpha_2 = -\frac{2}{19}\sqrt{114} \pm 2$$

$$\cos \alpha_3 = -\frac{2}{19}\sqrt{114} \pm 2$$

$$\cos \alpha_4 = \frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{4}{57}\sqrt{114}$$

$$\cos \alpha_5 = -\frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{6}{19}\sqrt{19} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_6 = -\frac{2}{19}\sqrt{114} \pm 2.$$

Von diesen bedingt  $\cos = \frac{2}{57}\sqrt{114} - \frac{4}{57}\sqrt{114} = -\frac{2}{57}\sqrt{114}$ , der Winkel selbst gleich  $112^{\circ} 0' 6''$  oder gleich  $247^{\circ} 59' 54''$ , den Raumring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes reguläres Sechseck bilden.

## C. Die Raumachtringe.

Die vier Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} -11 &= -19 \sin \alpha \sin \beta - 2\sqrt{38} \cos \alpha - 2\sqrt{38} \cos \beta \\ -11 &= -19 \sin \beta \sin \gamma - 2\sqrt{38} \cos \beta - 2\sqrt{38} \cos \gamma \\ -11 &= -19 \sin \gamma \sin \delta - 2\sqrt{38} \cos \gamma - 2\sqrt{38} \cos \delta \\ -11 &= -19 \sin \delta \sin \alpha - 2\sqrt{38} \cos \delta - 2\sqrt{38} \cos \alpha. \end{aligned}$$

Die Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{4}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \sqrt{2} \\ \cos \alpha_3 &= +\frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \sqrt{2} \\ \cos \alpha_4 &= \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{4}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_5 &= \pm \frac{3}{19}\sqrt{57} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_6 &= \frac{11}{16}\sqrt{38} \pm 1. \end{aligned}$$

$\cos = \frac{2}{19}\sqrt{38} - \frac{4}{19}\sqrt{19}$ , der Winkel selbst gleich  $105^\circ 35' 36''$  oder gleich  $254^\circ 24' 24''$ , liefert den Raumring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes reguläres Achteck bilden.

## D. Die Raumzwölfringe.

Die sechs Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} -30 &= -19 \cos \alpha \cos \beta - 38 \sin \alpha \sin \beta - 2\sqrt{114} \cos \alpha - 2\sqrt{114} \cos \beta \\ -30 &= -19 \cos \beta \cos \gamma - 38 \sin \beta \sin \gamma - 2\sqrt{114} \cos \beta - 2\sqrt{114} \cos \gamma \\ -30 &= -19 \cos \gamma \cos \delta - 38 \sin \gamma \sin \delta - 2\sqrt{114} \cos \gamma - 2\sqrt{114} \cos \delta \\ -30 &= -19 \cos \delta \cos \varepsilon - 38 \sin \delta \sin \varepsilon - 2\sqrt{114} \cos \delta - 2\sqrt{114} \cos \varepsilon \\ -30 &= -19 \cos \varepsilon \cos \eta - 38 \sin \varepsilon \sin \eta - 2\sqrt{114} \cos \varepsilon - 2\sqrt{114} \cos \eta \\ -30 &= -19 \cos \eta \cos \alpha - 38 \sin \eta \sin \alpha - 2\sqrt{114} \cos \eta - 2\sqrt{114} \cos \alpha, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{4}{19}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{2}{37}\sqrt{114} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_3 &= -\frac{2}{37}\sqrt{114} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_4 &= \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{4}{19}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_5 &= \frac{2}{37}\sqrt{114} \pm \frac{3}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_6 &= \frac{38}{35}\sqrt{114} \pm \frac{54}{5}. \end{aligned}$$

Davon bedingt  $\cos = \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{4}{19}\sqrt{38}$ , der Winkel selbst gleich  $100^\circ 0' 40''$  oder gleich  $259^\circ 59' 20''$ , den Raumring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes reguläres Zwölfeck bilden.

4. Die homogenen geradzähligen Raumringe mit  $\angle 148^{\circ} 24' 42''$ .

## A. Der Raumvierring.

Die vier Grundgleichungen sind:

$$27 = -5\sqrt{2} \cos \alpha - 5\sqrt{2} \cos \beta - 2 \sin \alpha \sin \beta$$

$$27 = -5\sqrt{2} \cos \beta - 5\sqrt{2} \cos \gamma - 2 \sin \beta \sin \gamma$$

$$27 = -5\sqrt{2} \cos \gamma - 5\sqrt{2} \cos \delta - 2 \sin \gamma \sin \delta$$

$$27 = -5\sqrt{2} \cos \delta - 5\sqrt{2} \cos \alpha - 2 \sin \delta \sin \alpha,$$

deren Auflösung folgende Werte ergibt:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_1 &= -\frac{5}{2}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_2 &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 3\sqrt{3} \\ \cos \alpha_3 &= -\frac{5}{2}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_4 &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 3\sqrt{3} \\ \cos \alpha_5 &= \pm \frac{3}{2}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_6 &= -\frac{27}{10}\sqrt{2} \pm 1 \end{aligned} \right\} \text{(imaginär)}$$

Da alle Werte imaginär sind, so ist kein Raumring möglich.

## B. Die Raumsechsringe.

Die drei Grundgleichungen sind:

$$71 = 2 \cos \alpha \cos \beta - 4 \sin \alpha \sin \beta - 5\sqrt{6} \cos \alpha - 5\sqrt{6} \cos \beta$$

$$71 = 2 \cos \beta \cos \gamma - 4 \sin \beta \sin \gamma - 5\sqrt{6} \cos \beta - 5\sqrt{6} \cos \gamma$$

$$71 = 2 \cos \gamma \cos \alpha - 4 \sin \gamma \sin \alpha - 5\sqrt{6} \cos \gamma - 5\sqrt{6} \cos \alpha.$$

Deren Auflösung ergibt folgende Werte:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{5}{6}\sqrt{6} \pm \frac{5}{3}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 2 \\ \cos \alpha_3 &= -\frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 2 \\ \cos \alpha_4 &= \frac{5}{6}\sqrt{6} \pm \frac{5}{3}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_5 &= -\frac{5}{6}\sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \\ \cos \alpha_6 &= -\frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 2 \end{aligned} \right\} \text{(imaginär)}$$

Da alle Werte imaginär sind, so ist kein Sechsring möglich.

## C. Die Raumachtringe.

Die vier Grundgleichungen sind:

$$23 = -2 \sin \alpha \sin \beta - 5\sqrt{2} \cos \alpha - 5\sqrt{2} \cos \beta$$

$$23 = -2 \sin \beta \sin \gamma - 5\sqrt{2} \cos \beta - 5\sqrt{2} \cos \gamma$$

$$23 = -2 \sin \gamma \sin \delta - 5\sqrt{2} \cos \gamma - 5\sqrt{2} \cos \delta$$

$$23 = -2 \sin \delta \sin \alpha - 5\sqrt{2} \cos \delta - 5\sqrt{2} \cos \alpha,$$

deren Lösungen sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{5}{2} \sqrt{2} \pm 5 \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{5}{2} \sqrt{2} \pm \sqrt{2} \\ \cos \alpha_3 &= -\frac{5}{2} \sqrt{2} \pm \sqrt{2} \\ \cos \alpha_4 &= \frac{5}{2} \sqrt{2} \pm 5 \\ \cos \alpha_5 &= \pm \frac{3}{2} \sqrt{6} \\ \cos \alpha_6 &= -\frac{2}{3} \sqrt{2} \pm 1 \end{aligned} \right\} \text{(imaginär)}$$

Auch hier sind alle Werte imaginär, so daß kein Achtring möglich ist.

#### D. Die Raumzwölfringe.

Die sechs Grundgleichungen sind:

$$21 = -2 \cos \alpha \cos \beta - 4 \sin \alpha \sin \beta - 5 \sqrt{6} \cos \alpha - 5 \sqrt{6} \cos \beta$$

$$21 = -2 \cos \beta \cos \gamma - 4 \sin \beta \sin \gamma - 5 \sqrt{6} \cos \beta - 5 \sqrt{6} \cos \gamma$$

$$21 = -2 \cos \gamma \cos \delta - 4 \sin \gamma \sin \delta - 5 \sqrt{6} \cos \gamma - 5 \sqrt{6} \cos \delta$$

$$21 = -2 \cos \delta \cos \varepsilon - 4 \sin \delta \sin \varepsilon - 5 \sqrt{6} \cos \delta - 5 \sqrt{6} \cos \varepsilon$$

$$21 = -2 \cos \varepsilon \cos \eta - 4 \sin \varepsilon \sin \eta - 5 \sqrt{6} \cos \varepsilon - 5 \sqrt{6} \cos \eta$$

$$21 = -2 \cos \eta \cos \alpha - 4 \sin \eta \sin \alpha - 5 \sqrt{6} \cos \eta - 5 \sqrt{6} \cos \alpha,$$

die bei der Auflösung folgende Werte liefern:

$$\cos \alpha_1 = \frac{5}{2} \sqrt{6} \pm 5 \sqrt{2}$$

$$\cos \alpha_2 = -\frac{5}{6} \sqrt{6} \pm \frac{2}{3} \sqrt{3}$$

$$\cos \alpha_3 = -\frac{5}{6} \sqrt{6} \pm \frac{2}{3} \sqrt{3}$$

$$\cos \alpha_4 = \frac{5}{2} \sqrt{6} \pm 5 \sqrt{2}$$

$$\cos \alpha_5 = \frac{5}{6} \sqrt{6} \pm 3 \sqrt{2} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_6 = \frac{9}{146} \sqrt{6} \pm \frac{5}{73}.$$

Davon bedingt  $\cos = \frac{5}{2} \sqrt{6} - 5 \sqrt{2}$ , der Winkel selbst gleich  $161^\circ 19' 30''$  oder gleich  $198^\circ 40' 30''$ , den Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes reguläres Zwölfeck bilden.

Die Gleichförmigkeit der Ausdrücke der  $\cos$ . der Rotationswinkel der regulären Raumringe mit den Winkeln  $31^\circ \dots$  und  $148^\circ \dots$  mit den entsprechenden Ausdrücken der entsprechenden Ringe mit den Winkeln  $70^\circ \dots$  und  $109^\circ \dots$  ist sofort ersichtlich, so daß wir für die ersteren folgende allgemeine Form haben

$$\text{für } \angle 31^\circ \dots \quad \cos = \pm \frac{1}{5} \sqrt{2} \sqrt{\frac{2 - \sqrt{x}}{2 + \sqrt{x}}},$$

$$\text{für } \angle 148^\circ \dots \quad \cos = \pm \frac{5}{2} \sqrt{2} \sqrt{\frac{2 - \sqrt{x}}{2 + \sqrt{x}}},$$

und den Satz: Der cos. der Rotationswinkel der Ringe mit  $\angle 34^\circ \dots$  ist gleich  $\frac{1}{5}$  ( $\frac{2}{5}$ ) des cos. der Rotationswinkel mit  $\angle 109^\circ \dots$  ( $70^\circ \dots$ ), und der cos. der Rotationswinkel der Ringe mit  $\angle 148^\circ \dots$  ist gleich  $\frac{5}{2}$  ( $5$ ) des cos. der Rotationswinkel mit  $\angle 109^\circ \dots$  ( $70^\circ \dots$ ). Die cos. der Rotationswinkel der Ringe mit  $\angle 34^\circ \dots$  und die der Ringe mit  $\angle 148^\circ \dots$  sind reciprok, was darauf zurückzuführen ist, daß beide sich zu  $180^\circ$  ergänzen. Die Cos. der Rotationswinkel der Ringe mit den Winkeln  $22^\circ \dots$  resp.  $65^\circ \dots$  kann man durch Zerlegen in zwei Factoren auf die Form bringen, daß der eine Factor gleich dem Factor in den Ausdrücken für die andern Ringe ist, der durch Umformen  $\sqrt{\frac{2 - \sqrt{x}}{2 + \sqrt{x}}}$  liefert, und man erhält auf diese Weise die allgemeine Form für die Ausdrücke des cos. der Rotationswinkel dieser Ringe. Diese ist für

$$\begin{aligned} \angle 22^\circ \dots & \quad \pm \frac{1}{26} \sqrt{26} \sqrt{\frac{2 - \sqrt{x}}{2 + \sqrt{x}}}, \\ \angle 65^\circ \dots & \quad \pm \frac{2}{19} \sqrt{38} \sqrt{\frac{2 - \sqrt{x}}{2 + \sqrt{x}}}. \end{aligned}$$

Diese Ausdrücke stellen ein Product aus zwei Factoren dar, von denen der erste mit dem Kraftrichtungsschnittwinkel, der zweite mit dem Winkel, den die Rotationsachsen bilden, sich ändert.

## II. Heterogene geradzählige Ringe aus je zwei Winkeln.

Was die Möglichkeit dieser Ringe, und wie dieselben entstanden gedacht werden können, betrifft, so gilt das früher Gesagte<sup>1)</sup>. Die sieben Winkel zu je zwei combinirt liefern folgende Combinationen:

1.	Winkel $148^\circ \dots$	und	Winkel $109^\circ \dots$
2.	- $148^\circ \dots$	-	- $70^\circ \dots$
3.	- $148^\circ \dots$	-	- $65^\circ \dots$
4.	- $148^\circ \dots$	-	- $38^\circ \dots$
5.	- $148^\circ \dots$	-	- $34^\circ \dots$
6.	- $148^\circ \dots$	-	- $22^\circ \dots$
7.	- $109^\circ \dots$	-	- $65^\circ \dots$
8.	- $109^\circ \dots$	-	- $34^\circ \dots$
9.	- $109^\circ \dots$	-	- $22^\circ \dots$
10.	- $70^\circ \dots$	-	- $65^\circ \dots$
11.	- $70^\circ \dots$	-	- $34^\circ \dots$
12.	- $70^\circ \dots$	-	- $22^\circ \dots$

<sup>1)</sup> Diese Zeitschr. 40, 442.



13.	Winkel	65°	...	und	Winkel	38°	...
14.	-	65°	...	-	-	31°	...
15.	-	65°	...	-	-	22°	...
16.	-	38°	...	-	-	31°	...
17.	-	38°	...	-	-	22°	...
18.	-	31°	...	-	-	22°	...

Durch diese Combinationen erhält man die verschiedensten Ringe: so ist z. B. der heterogene Vierring mit den Winkeln 109° ... und 65° ... ein homogener Achtring aus Winkel 109° ...; der heterogene Vierring mit dem Winkel 70° ... und 65° ... ein heterogener Achtring, bei dem sich die Punkte mit dem Krafrichtungsschnittwinkel von 70° diametral gegenüberstehen; die Vierringe aus Winkel 38° ... und dem neuen Krafrichtungsschnittwinkel sind teils homogene, teils heterogene Zehnerringe.

Die Berechnung der Vierringe geschieht als Analogon des heterogenen Vierrings mit 109° .../38° ... mit dem bei diesem hergeleiteten Quotienten

$\frac{\sin}{\cos}^1$ ), in den successive die Krafrichtungsschnittwinkel eingesetzt werden.

Bei Bestimmung des Winkels ist dann zu berücksichtigen, daß dieser entweder im zweiten oder dritten Quadranten liegt und diese beiden Werte bedeuten, daß die eine Configuration die räumliche Umkehrung der andern ist. Die Berechnung der höheren heterogenen Ringe geschieht nach der ebenda festgelegten Methode durch Zurückführung auf zwei gleichseitige aber ungleiche Polygone. Wir benötigen dazu die wahre Entfernung der Raumpunkte, aus der zunächst die Größen  $p$  und  $g$  bestimmt werden. Diese ist bedingt durch die Entfernung des Schnittpunktes der Krafrichtungen von ihrem Ausgangspunkte, d. i. der Mittelpunkt des Hexaëders, die mit  $x$  bezeichnet sei. Diese Strecke  $x$  vermehrt um  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$  ist die halbe wahre Entfernung der Raumpunkte. Die Entfernung  $x$  ergibt sich aus einfachen Überlegungen für die verschiedenen Krafrichtungsschnittwinkel; es ist:

$$\text{für } \angle 34^\circ \dots \quad x = \sqrt{3} \frac{\sin 54^\circ \dots}{\sin 45^\circ \dots} = 3 \sqrt{3}$$

$$- \angle 65^\circ \dots \quad x = \sqrt{3} \frac{\sin 54^\circ}{\sin 32^\circ} = \frac{3}{2} \sqrt{3}$$

$$- \angle 22^\circ \dots \quad x = \sqrt{3} \frac{\sin 35^\circ \dots}{\sin 41^\circ \dots} = 3 \sqrt{3}$$

$$- \angle 148^\circ \dots \quad x = \sqrt{3} \frac{\sin 35^\circ \dots}{\sin 74^\circ \dots} = \frac{3}{5} \sqrt{3},$$

so daß die halbe wahre Entfernung der Raumpunkte beträgt:

$$\text{für } \angle 22^\circ \dots \quad 3 \sqrt{3} + \frac{1}{2} \sqrt{3} = \frac{7}{2} \sqrt{3}$$

1) Diese Zeitschr. 40, 443 ff.

$$\begin{aligned}
 \text{für } \angle 31^\circ \dots & 3\sqrt{3} + \frac{1}{2}\sqrt{3} = \frac{7}{2}\sqrt{3} \\
 - \angle 65^\circ \dots & \frac{3}{2}\sqrt{3} + \frac{1}{2}\sqrt{3} = 2\sqrt{3} \\
 - \angle 148^\circ \dots & \frac{3}{5}\sqrt{3} + \frac{1}{2}\sqrt{3} = \frac{11}{10}\sqrt{3}.
 \end{aligned}$$

Die Größen  $p$  und  $g$  werden immer aus den gleichschenkeligen Dreiecken bestimmt, deren Schenkel gleich dem Abstände der Raumpunkte und deren Scheitelwinkel die Kraftrichtungsschnittwinkel sind. Der Abstand der Raumpunkte setzt sich aus den halben wahren Abständen der Ringpunkte in den homogenen Ringen zusammen. So ist der Abstand der Raumpunkte in den heterogenen Ringen aus den Winkeln  $31^\circ \dots$  und  $65^\circ \dots$  gleich  $\frac{7}{2}\sqrt{3} + 2\sqrt{3} = \frac{11}{2}\sqrt{3}$ . Zur Anwendung kommt immer die allgemeine Gleichung:

$$\begin{aligned}
 DE^2 = 2 [g^2 + 2p^2 \sin^2 \zeta - 2gp \sin \zeta \cos \zeta \cos \sigma - 2gp \sin \zeta \cos \zeta \cos \tau \\
 - g^2 \sin \sigma \sin \tau + g^2 (\cos^2 \zeta - \sin^2 \zeta \cos \sigma \cos \tau)],
 \end{aligned}$$

wobei die um die Seiten des einen Polygons rotierenden Punkte bei der Rotation in die Ecken des anderen Polygons fallen, mithin die Entfernung  $= 2p$  der anderen Punkte erreichen und umgekehrt. Die beiden Systeme der Gleichungen werden durch die Indices der Rotationswinkel unterschieden und zwar gilt immer der kleinere Index für die Rotationswinkel der Punkte mit den kleineren Kraftrichtungsschnittwinkel.

## 1. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $109^\circ \dots$ und $148^\circ \dots$

### A. Der Raumvierring.

$$\begin{aligned}
 \cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 74^\circ \dots}{\cos 54^\circ \dots} = -\frac{8}{3}, \text{ imag.} \\
 \cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 54^\circ \dots}{\cos 74^\circ \dots} = -3, \text{ imag.}
 \end{aligned}$$

Es ist kein Vierring möglich.

### B. Die Raumsechsringe.

Die halbe wahre Entfernung der Raumpunkte ist:

$$\frac{11}{10}\sqrt{3} + \frac{1}{2}\sqrt{3} = \frac{8}{5}\sqrt{3}$$

und daraus ergeben sich die Größen  $p_1, g_1, p_2, g_2$ :

$$p_1 = \frac{8}{5}\sqrt{3} \sin 54^\circ \dots = \frac{8}{5}\sqrt{2}$$

$$g_1 = \frac{8}{5}\sqrt{3} \cos 54^\circ \dots = \frac{8}{5}$$

und

$$p_2 = \frac{8}{5}\sqrt{3} \sin 74^\circ \dots = \frac{8}{5}$$

$$g_2 = \frac{8}{5}\sqrt{3} \cos 74^\circ \dots = \frac{8}{15}\sqrt{2},$$

somit ist:

$$DE_1 = 2p_2 = \frac{16}{15} \quad \text{und} \quad DE_2 = 2p_1 = \frac{16}{5}\sqrt{2}.$$

Diese Größen liefern folgende Systeme von Gleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I.} \quad 64 &= 9 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 - 18 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 9\sqrt{6} \cos \beta_1 \\ 64 &= 9 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 - 18 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 9\sqrt{6} \cos \beta_1 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_1 \\ 64 &= 9 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1 - 18 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_1 \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{1}{9}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{12} &= -\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{13} &= -\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{1}{9}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm 2 \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{7}{45}\sqrt{6} \pm \frac{11}{45} \end{aligned} \right\} (\text{imag.})$$

$$\begin{aligned} \text{II.} \quad 43 &= 2 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 - 4 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 \\ 43 &= 2 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 - 4 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 \\ 43 &= 2 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2 - 4 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2. \end{aligned}$$

Die Auflösung ergibt folgende Werte:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{5}{6}\sqrt{6} \pm 2\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{5}{6}\sqrt{6} \pm 2\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{5}{6}\sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{26} &= -\frac{225\sqrt{6} \pm 236}{446} \end{aligned} \right\} (\text{imag.})$$

Alle Werte sind imaginär, daher kein Ring möglich.

### C. Die Raumachtringe.

Das erste System der Gleichungen lautet:

$$\begin{aligned} \text{I.} \quad 23 &= -9\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 9\sqrt{2} \cos \beta_1 - 9 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ 23 &= -9\sqrt{2} \cos \beta_1 - 9\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 9 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ 23 &= -9\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 9\sqrt{2} \cos \delta_1 - 9 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ 23 &= -9\sqrt{2} \cos \delta_1 - 9\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 9 \sin \delta_1 \sin \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Auflösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \sqrt{2} \pm \frac{5}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{12} &= \sqrt{2} \pm \frac{2}{3} \\ \cos \alpha_{13} &= \sqrt{2} \pm \frac{2}{3} \\ \cos \alpha_{14} &= \sqrt{2} \pm \frac{5}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{15} &= \pm \sqrt{3} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{2}{18}\sqrt{2} \pm 4. \end{aligned}$$

Das zweite System der Gleichungen lautet:

$$\begin{aligned} \text{II.} \quad 9 &= -5\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{2} \cos \beta_2 - 2 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ 9 &= -5\sqrt{2} \cos \beta_2 - 5\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 2 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ 9 &= -5\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{2} \cos \delta_2 - 2 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ 9 &= -5\sqrt{2} \cos \delta_2 - 5\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 2 \sin \delta_2 \sin \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Auflösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 3\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 3 \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 3 \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 3\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{25} &= \pm \frac{3}{2}\sqrt{6} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{9}{10}\sqrt{2} \pm 1. \end{aligned}$$

Von diesen Werten bedingt  $\cos \alpha_{11b} = \sqrt{2} - \frac{5}{3}\sqrt{2} = -\frac{2}{3}\sqrt{2}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{5}{2}\sqrt{2} - 3\sqrt{2} = -\frac{1}{2}\sqrt{2}$  den Achtring, bei dem die Rotationsachsen in einer Ebene liegen und ein halbgelmäßiges Achteck bilden. Die Winkel selbst sind an die Bedingung geknüpft:

für  $\alpha_{11b} = \beta_{11b} \dots = 160^\circ 34' 56''$  muß  $\alpha_{21b} = \beta_{21b} \dots = 225^\circ$   
und für  $\alpha_{11b} = \beta_{11b} \dots = 199^\circ 28' 14''$  -  $\alpha_{21b} = \beta_{21b} \dots = 135^\circ$  sein.

#### D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I.} \quad 28 &= -9\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 9\sqrt{6} \cos \beta_1 - 18 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 9 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ 28 &= -9\sqrt{6} \cos \beta_1 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 18 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 9 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ 28 &= -9\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 9\sqrt{6} \cos \delta_1 - 18 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 9 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ 28 &= -9\sqrt{6} \cos \delta_1 - 9\sqrt{6} \cos \epsilon_1 - 18 \sin \delta_1 \sin \epsilon_1 - 9 \cos \delta_1 \cos \epsilon_1 \\ 28 &= -9\sqrt{6} \cos \epsilon_1 - 9\sqrt{6} \cos \eta_1 - 18 \sin \epsilon_1 \sin \eta_1 - 9 \cos \epsilon_1 \cos \eta_1 \\ 28 &= -9\sqrt{6} \cos \eta_1 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 18 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 9 \cos \eta_1 \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \sqrt{6} \pm \frac{1}{3} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{14} &= \sqrt{6} \pm \frac{1}{3} \\ \cos \alpha_{15} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm 2 \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{15}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II.} \quad -7 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 4 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 2 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -7 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 4 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 2 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
-7 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \delta_2 - 4 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 2 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\
-7 &= -5\sqrt{6} \cos \delta_2 - 5\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 4 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 2 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\
-7 &= -5\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 5\sqrt{6} \cos \eta_2 - 4 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 2 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\
-7 &= -5\sqrt{6} \cos \eta_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 4 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 2 \cos \eta_2 \cos \alpha_2,
\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}
\cos \alpha_{21} &= \frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 6 \\
\cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{6}\sqrt{6} \pm \sqrt{6} \\
\cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{6}\sqrt{6} \pm \sqrt{6} \\
\cos \alpha_{24} &= \frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 6 \\
\cos \alpha_{25} &= \frac{5}{6}\sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \text{ (imag.)} \\
\cos \alpha_{26} &= -\frac{4}{1\frac{5}{4}}\sqrt{6} \pm \frac{8}{7}\frac{2}{3}.
\end{aligned}$$

Der Ring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Zwölfeck bilden, ist bedingt durch  $\cos \alpha_{11b} = \sqrt{6} - \frac{1}{3}^0$  ( $\alpha_{11b} = 452^\circ 6' 30''$  oder  $= 207^\circ 53' 30''$ ) und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{5}{2}\sqrt{6} - 6$  ( $\alpha_{21b} = 82^\circ 53' 35''$  oder  $= 277^\circ 6' 25''$ ) und zwar ist, wenn  $\alpha_{21b} = \beta_{21b} \dots = 82^\circ 53' 35''$  ist,  $\alpha_{11b} = \beta_{11b} = 207^\circ 53' 30''$ , oder aber für  $\alpha_{21b} = \beta_{21b} \dots = 277^\circ 6' 25''$ ,  $\alpha_{11b} = \beta_{11b} = \dots = 452^\circ 6' 30''$ .

## 2. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $70^\circ \dots$ und $148^\circ \dots$

### A. Der Raumvierring.

$$\begin{aligned}
\cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 74^\circ \dots}{\cos 35^\circ \dots} = -\frac{5}{6}\sqrt{2} \text{ (imag.)} \\
\cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 35^\circ \dots}{\cos 74^\circ \dots} = -\frac{3}{2}\sqrt{2} \text{ (imag.)}
\end{aligned}$$

Es ist kein Vierring möglich.

### B. Die Raumsechsringe.

Die halbe wahre Entfernung der Raumpunkte bleibt dieselbe wie in den vorhergehenden heterogenen Ringen. Daraus ergibt sich:

$$\begin{aligned}
p_1 &= \frac{8}{5}\sqrt{3} \sin 35^\circ \dots = \frac{8}{5} \\
g_1 &= \frac{8}{5}\sqrt{3} \cos 35^\circ \dots = \frac{8}{5}\sqrt{2}
\end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned}
p_2 &= \frac{8}{5}\sqrt{3} \sin 74^\circ \dots = \frac{8}{5} \\
g_2 &= \frac{8}{5}\sqrt{3} \cos 74^\circ \dots = \frac{8}{1\frac{5}{3}}\sqrt{2}.
\end{aligned}$$

Mithin ist  $DE_1 = 2p_2 = \frac{1}{3}^6$  und  $DE_2 = 2p_1 = \frac{1}{5}^6$ .

Diese Werte liefern folgende Systeme der Grundgleichungen:



$$\begin{aligned} \text{I. } 55 &= 48 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 - 36 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 9\sqrt{6} \cos \beta_1 \\ 55 &= 48 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 - 36 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 9\sqrt{6} \cos \beta_1 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_1 \\ 55 &= 48 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1 - 36 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Auflösung folgende Werte ergibt:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{5}{9}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{5}{9}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \sqrt{2} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{7}{18}\sqrt{6} \pm \frac{8}{9}^2. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } 7 &= 2 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 - 4 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 \\ 7 &= 2 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 - 4 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 \\ 7 &= 2 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2 - 4 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Auflösung folgende Werte ergibt:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{5}{6}\sqrt{6} \pm \sqrt{6} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 6 \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 6 \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{5}{6}\sqrt{6} \pm \sqrt{6} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{5}{6}\sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{26} &= -\frac{45\sqrt{6} \pm 464}{446}. \end{aligned}$$

Der Ring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbgelmäßiges Sechseck bilden, ist bedingt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{6}\sqrt{6} - \frac{5}{9}\sqrt{6} = -\frac{7}{18}\sqrt{6}$  ( $\alpha_{11b}$  entweder gleich  $162^{\circ}47'$  oder gleich  $197^{\circ}43'$ ) und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{5}{6}\sqrt{6} - \sqrt{6} = -\frac{1}{6}\sqrt{6}$  ( $\alpha_{21b}$  entweder gleich  $114^{\circ}5'$  oder gleich  $245^{\circ}55'$ ). Zur eindeutigen Bestimmung des Ringes hat  $\alpha_{11b}$  gleich  $162^{\circ}47'$ ,  $\alpha_{21b}$  gleich  $245^{\circ}55'$  und  $\alpha_{11b}$  gleich  $197^{\circ}43'$ ,  $\alpha_{21b}$  gleich  $114^{\circ}5'$  zur Folge.

### C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } 23 &= -9\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 9\sqrt{2} \cos \beta_1 - 48 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ 23 &= -9\sqrt{2} \cos \beta_1 - 9\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 48 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ 23 &= -9\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 9\sqrt{2} \cos \delta_1 - 48 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ 23 &= -9\sqrt{2} \cos \delta_1 - 9\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 48 \sin \delta_1 \sin \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{2}\sqrt{2} \pm \frac{5}{3} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{2}\sqrt{2} \pm \frac{1}{3}\sqrt{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{2}\sqrt{2} \pm \frac{1}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{2}\sqrt{2} \pm \frac{5}{3} \\ \cos \alpha_{15} &= \pm \frac{1}{2}\sqrt{6} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{23}{18}\sqrt{2} \pm 4.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{II.} \quad -9 &= -5\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{2} \cos \beta_2 - 2 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ -9 &= -5\sqrt{2} \cos \beta_2 - 5\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 2 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ -9 &= -5\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{2} \cos \delta_2 - 2 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ -9 &= -5\sqrt{2} \cos \delta_2 - 5\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 2 \sin \delta_2 \sin \alpha_2,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 3 \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 3\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 3\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 3 \\ \cos \alpha_{25} &= \pm \frac{3}{2}\sqrt{6} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{9}{10}\sqrt{2} \pm 4.\end{aligned}$$

$\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{5}{3}$  ( $\alpha_{11b} = 163^\circ 39'$  oder  $= 196^\circ 21'$ ) und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{5}{2}\sqrt{2} - 3$  ( $\alpha_{21b} = 57^\circ 37' 12''$  oder  $= 302^\circ 22' 48''$ ) bedingen den Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Achteck bilden; und zwar ist  $\alpha_{11b} = 163^\circ 39'$ , wenn  $\alpha_{21b} = 302^\circ 22' 48''$  ist, und  $\alpha_{11b} = 196^\circ 21'$ , wenn  $\alpha_{21b} = 57^\circ 37' 12''$ .

#### D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned}\text{I.} \quad 37 &= -9\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 9\sqrt{6} \cos \beta_1 - 36 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 18 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ 37 &= -9\sqrt{6} \cos \beta_1 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 36 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 18 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ 37 &= -9\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 9\sqrt{6} \cos \delta_1 - 36 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 18 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ 37 &= -9\sqrt{6} \cos \delta_1 - 9\sqrt{6} \cos \varepsilon_1 - 36 \sin \delta_1 \sin \varepsilon_1 - 18 \cos \delta_1 \cos \varepsilon_1 \\ 37 &= -9\sqrt{6} \cos \varepsilon_1 - 9\sqrt{6} \cos \eta_1 - 36 \sin \varepsilon_1 \sin \eta_1 - 18 \cos \varepsilon_1 \cos \eta_1 \\ 37 &= -9\sqrt{6} \cos \eta_1 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 36 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 18 \cos \eta_1 \cos \alpha_1,\end{aligned}$$

deren Auflösung ergibt:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{5}{3}\sqrt{2} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{2}{9}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{2}{9}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{5}{3}\sqrt{2} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{15} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \sqrt{2} \quad - \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{19}{18}\sqrt{6} \pm \frac{10}{9} \quad -\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{II. } -43 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 4 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 2 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\
-43 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 4 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 2 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\
-43 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \delta_2 - 4 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 2 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\
-43 &= -5\sqrt{6} \cos \delta_2 - 5\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 4 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 2 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\
-43 &= -5\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 5\sqrt{6} \cos \eta_2 - 4 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 2 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\
-43 &= -5\sqrt{6} \cos \eta_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 4 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 2 \cos \eta_2 \cos \alpha_2.
\end{aligned}$$

Deren Auflösung ergibt folgende Werte:

$$\left. \begin{aligned}
\cos \alpha_{21} &= \frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \\
\cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{6}\sqrt{6} \pm 2\sqrt{3} \\
\cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{6}\sqrt{6} \pm 2\sqrt{3} \\
\cos \alpha_{24} &= \frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \\
\cos \alpha_{25} &= \frac{5}{6}\sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \\
\cos \alpha_{26} &= \frac{225}{146}\sqrt{6} \pm \frac{113}{73}
\end{aligned} \right\} \text{imag.}$$

Für den Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbbregelmäßiges Zwölfeck bilden, ist  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{2}\sqrt{6} - \frac{5}{3}\sqrt{2}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{5}{2}\sqrt{6} - 3\sqrt{2}$ . Beide Werte sind aber imaginär.

### 3. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $65^\circ \dots$ und $148^\circ \dots$

#### A. Der Raumvierring.

$$\begin{aligned}
\cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 74^\circ \dots}{\cos 32^\circ \dots} = -\frac{5}{19}\sqrt{19} \quad (\text{imag.}) \\
\cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 32^\circ \dots}{\cos 74^\circ \dots} = -2 \quad (\text{imag.})
\end{aligned}$$

Es ist kein Vierring möglich.

#### B. Die Raumsechsringe.

Die wahre Entfernung der Raumpunkte dieser Ringe setzt sich zusammen aus  $\frac{1}{2}$  der wahren Entfernung der Raumpunkte der homogenen Ringe mit  $\sphericalangle 65^\circ \dots$  und  $\frac{1}{2}$  der wahren Entfernung der Raumpunkte der homogenen Ringe mit  $\sphericalangle 148^\circ \dots$ . Diese beträgt  $\frac{11}{10}\sqrt{3}$ ,  
jene  $- 2\sqrt{3}$ .

Mithin ist erstere gleich  $\frac{31}{10}\sqrt{3}$ . Daraus ergibt sich:

$$\begin{aligned}
p_1 &= \frac{31}{10}\sqrt{3} \sin 32^\circ \dots = \frac{31}{15}\sqrt{2} \\
g_1 &= \frac{31}{10}\sqrt{3} \cos 32^\circ \dots = \frac{31}{30}\sqrt{19}
\end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned}
p_2 &= \frac{31}{10}\sqrt{3} \sin 74^\circ \dots = \frac{31}{6} \\
g_2 &= \frac{31}{10}\sqrt{3} \cos 74^\circ \dots = \frac{31}{30}\sqrt{2}.
\end{aligned}$$

Somit ist  $DE_1 = 2p_2 = \frac{3}{3}^1$  und  $DE_2 = 2p_1 = \frac{2 \cdot 3}{15} \sqrt{2}$ .

Aus diesen Werten entstehen die beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I. } 54 &= -2\sqrt{114} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{114} \cos \beta_1 - 38 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 + 19 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ 54 &= -2\sqrt{114} \cos \beta_1 - 2\sqrt{114} \cos \gamma_1 - 38 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 + 19 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ 54 &= -2\sqrt{114} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{114} \cos \alpha_1 - 38 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 + 19 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

die bei der Auflösung folgende Werte liefern:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{2}{57} \sqrt{114} \pm \frac{10}{57} \sqrt{57} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{2}{19} \sqrt{114} \pm \frac{2}{19} \sqrt{38} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{2}{19} \sqrt{114} \pm \frac{2}{19} \sqrt{38} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{2}{57} \sqrt{114} \pm \frac{10}{57} \sqrt{57} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{2}{57} \sqrt{114} \pm \frac{6}{19} \sqrt{19} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{446\sqrt{114} \pm 43 \cdot 114}{23 \cdot 49}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } 3 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 4 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 2 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ 3 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 4 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 2 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ 3 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 4 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 2 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{5}{6} \sqrt{6} \pm \frac{4}{3} \sqrt{3} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{2} \sqrt{6} \pm \sqrt{38} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{2} \sqrt{6} \pm \sqrt{38} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{5}{6} \sqrt{6} \pm \frac{4}{3} \sqrt{3} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{5}{6} \sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{26} &= -\frac{25}{146} \sqrt{6} \pm \frac{156}{146}. \end{aligned}$$

$\cos \alpha_{11b} = \frac{2}{57} \sqrt{114} - \frac{10}{57} \sqrt{57}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{5}{6} \sqrt{6} - \frac{4}{3} \sqrt{3}$  bestimmen den Sechsring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbbregelmäßiges Sechseck bilden und zwar muß sein:

$$\begin{aligned} \text{für } \alpha_{11b} &= 161^\circ 47' & \alpha_{21b} &= 254^\circ 23' 9'' \text{ und} \\ - \alpha_{11b} &= 198 13 & \alpha_{21b} &= 105 36 51 \end{aligned}$$

### C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } 23 &= -2\sqrt{38} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{38} \cos \beta_1 - 19 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ 23 &= -2\sqrt{38} \cos \beta_1 - 2\sqrt{38} \cos \gamma_1 - 19 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ 23 &= -2\sqrt{38} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{38} \cos \delta_1 - 19 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ 23 &= -2\sqrt{38} \cos \delta_1 - 2\sqrt{38} \cos \alpha_1 - 19 \sin \delta_1 \sin \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{5}{19}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{2}{19}\sqrt{49} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{2}{19}\sqrt{49} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{5}{19}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_{15} &= \pm \frac{3}{19}\sqrt{57} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{2}{7}\sqrt{38} \pm 1.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{II. } -44 &= -5\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{2} \cos \beta_2 - 2 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ -44 &= -5\sqrt{2} \cos \beta_2 - 5\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 2 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ -44 &= -5\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{2} \cos \delta_2 - 2 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ -44 &= -5\sqrt{2} \cos \delta_2 - 5\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 2 \sin \delta_2 \sin \alpha_2,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 2\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{2}\sqrt{2} \pm \sqrt{49} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{2}\sqrt{2} \pm \sqrt{49} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 2\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{25} &= \pm \frac{3}{2}\sqrt{6} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{11}{10}\sqrt{2} \pm 4.\end{aligned}$$

Für den Ring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenso halbregelmäßiges Achteck bilden, ist  $\cos \alpha_{11b} = \frac{2}{19}\sqrt{38} - \frac{5}{19}\sqrt{38} = -\frac{3}{19}\sqrt{38}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{5}{2}\sqrt{2} - 2\sqrt{2} = \frac{1}{2}\sqrt{2}$ ; und  $\alpha_{11b} = 166^\circ 44'$  dann muß sein  $\alpha_{21b} = 345^\circ$  oder  $\alpha_{11b} = 193^\circ 46'$ ; dann muß sein  $\alpha_{21b} = 45^\circ$ .

#### D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen lauten:

$$\begin{aligned}\text{I. } 38 &= -2\sqrt{114} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{114} \cos \beta_1 - 38 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 49 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ 38 &= -2\sqrt{114} \cos \beta_1 - 2\sqrt{114} \cos \gamma_1 - 38 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 49 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ 38 &= -2\sqrt{114} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{114} \cos \delta_1 - 38 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 49 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ 38 &= -2\sqrt{114} \cos \delta_1 - 2\sqrt{114} \cos \varepsilon_1 - 38 \sin \delta_1 \sin \varepsilon_1 - 49 \cos \delta_1 \cos \varepsilon_1 \\ 38 &= -2\sqrt{114} \cos \varepsilon_1 - 2\sqrt{114} \cos \eta_1 - 38 \sin \varepsilon_1 \sin \eta_1 - 49 \cos \varepsilon_1 \cos \eta_1 \\ 38 &= -2\sqrt{114} \cos \eta_1 - 2\sqrt{114} \cos \alpha_1 - 38 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 49 \cos \eta_1 \cos \alpha_1,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{10}{19}\sqrt{49} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{2}{57}\sqrt{114} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{2}{57}\sqrt{114} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{10}{19}\sqrt{49}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\cos \alpha_{15} &= \frac{2}{37} \sqrt{114} \pm \frac{6}{19} \sqrt{19} \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{2}{3} \sqrt{114} \pm \frac{1}{3} \quad (\text{imag.})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{II. } -47 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 4 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 2 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -47 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 4 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 2 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -47 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \delta_2 - 4 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 2 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\ -47 &= -5\sqrt{6} \cos \delta_2 - 5\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 4 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 2 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\ -47 &= -5\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 5\sqrt{6} \cos \eta_2 - 4 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 2 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\ -47 &= -5\sqrt{6} \cos \eta_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 4 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 2 \cos \eta_2 \cos \alpha_2,\end{aligned}$$

deren Auflösungen sind:

$$\left. \begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \frac{5}{2} \sqrt{6} \pm 4 \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{6} \sqrt{6} \pm \frac{1}{3} \sqrt{114} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{6} \sqrt{6} \pm \frac{1}{3} \sqrt{114} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{5}{2} \sqrt{6} \pm 4 \\ \cos \alpha_{25} &= \frac{5}{6} \sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{5 \cdot 49}{146} \sqrt{6} \pm \frac{1 \cdot 2}{7 \cdot 3}.\end{aligned} \right\} (\text{imag.})$$

Die Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{2}{19} \sqrt{114} - \frac{10}{19} \sqrt{19}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{5}{2} \sqrt{6} - 4$ , die den Zwölfring bedingen würden, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Zwölfeck bilden, sind imaginär, daher ist dieser Ring nicht möglich.

#### 4. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $38^\circ \dots$ und $148^\circ \dots$

##### A. Der Raumvierring.

$$\begin{aligned}\cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 74^\circ \dots}{\cos 19^\circ \dots} = -\frac{5}{12} \sqrt{6} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 19^\circ \dots}{\cos 74^\circ \dots} = -\frac{1}{2} \sqrt{6} \quad (\text{imag.})\end{aligned}$$

Beide Werte imaginär, daher kein Vierring möglich.

##### B. Die Raumsechsringe.

Für  $\sphericalangle 38^\circ \dots$  ist die halbe wahre Entfernung der Raumpunkte  $= 2\sqrt{3}$   
 - -  $148^\circ \dots$  - - - - -  $= \frac{11}{10} \sqrt{3}$ .

Somit ist die wahre Entfernung der Raumpunkte der heterogenen Ringe dieser Winkel gleich der Summe  $\frac{31}{10} \sqrt{3}$ . Daraus ergibt sich:

$$\begin{aligned}p_1 &= \frac{31}{10} \sqrt{3} \sin 19^\circ \dots = \frac{31}{30} \sqrt{3} \\ g_1 &= \frac{31}{10} \sqrt{3} \cos 19^\circ \dots = \frac{31}{15} \sqrt{6} \\ p_2 &= \frac{31}{10} \sqrt{3} \sin 74^\circ \dots = \frac{31}{6} \\ g_2 &= \frac{31}{10} \sqrt{3} \cos 74^\circ \dots = \frac{31}{30} \sqrt{3}.\end{aligned}$$

und

$$DE_1 = 2p_2 = \frac{31}{3} \text{ und } DE_2 = 2p_1 = \frac{41}{15}\sqrt{3}.$$

Diese Werte liefern folgende beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I. } 49 &= -6\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 6\sqrt{6} \cos \beta_1 - 48 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 + 24 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ 49 &= -6\sqrt{6} \cos \beta_1 - 6\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 48 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 + 24 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ 49 &= -6\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 6\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 48 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 + 24 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{5}{6}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{5}{6}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{2}\sqrt{6} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{73\sqrt{6} \pm 232}{60}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -47 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 4 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 2 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -47 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 4 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 2 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -47 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 4 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 2 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2. \end{aligned}$$

Deren Auflösung ergibt folgende Werte:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{5}{6}\sqrt{6} \pm \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 4\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 4\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{5}{6}\sqrt{6} \pm \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{5}{6}\sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{75\sqrt{6} \pm 116}{446}. \end{aligned}$$

$\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{12}\sqrt{6} - \frac{5}{6}\sqrt{2}$  ( $\alpha_{11b}$  entweder gleich  $167^\circ 0' 20''$  oder gleich  $192^\circ 59' 40''$ ) und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{5}{6}\sqrt{6} - \sqrt{2}$  ( $\alpha_{21b}$  entweder gleich  $54^\circ 10' 7''$  oder gleich  $308^\circ 49' 53''$ ) bedingen den Sechsring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Sechseck bilden.

### C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } 23 &= -6\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 6\sqrt{2} \cos \beta_1 - 24 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ 23 &= -6\sqrt{2} \cos \beta_1 - 6\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 24 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ 23 &= -6\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 6\sqrt{2} \cos \delta_1 - 24 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ 23 &= -6\sqrt{2} \cos \delta_1 - 6\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 24 \sin \delta_1 \sin \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Auflösung ergibt:

$$\cos \alpha_{11} = \frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{5}{6}\sqrt{3} \text{ (imag.)}$$

$$\cos \alpha_{12} = -\frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{1}{6}\sqrt{6}$$

$$\cos \alpha_{13} = -\frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{1}{6}\sqrt{6}$$

$$\cos \alpha_{14} = \frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{5}{6}\sqrt{3} \text{ (imag.)}$$

$$\cos \alpha_{15} = \pm \frac{2}{3}\sqrt{2}$$

$$\cos \alpha_{16} = -\frac{2}{3}\sqrt{6} \pm 4 \text{ (imag.)}$$

$$\text{II. } -24 = -5\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{2} \cos \beta_2 - 2 \sin \alpha_2 \sin \beta_2$$

$$-24 = -5\sqrt{2} \cos \beta_2 - 5\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 2 \sin \beta_2 \sin \gamma_2$$

$$-24 = -5\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{2} \cos \delta_2 - 2 \sin \gamma_2 \sin \delta_2$$

$$-24 = -5\sqrt{2} \cos \delta_2 - 5\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 2 \sin \delta_2 \sin \alpha_2,$$

deren Lösungen sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm \sqrt{3} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 2\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 2\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{25} &= \pm \frac{3}{2}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{2}{10}\sqrt{2} \pm 4 \end{aligned} \right\} \text{ imag.}$$

Die beiden imaginären Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{5}{6}\sqrt{3}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{3}{2} - \sqrt{3}$  gelten für den regulären Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein halbregelmäßiges ebenes Achteck bilden.

#### D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\text{I. } 43 = -6\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 6\sqrt{6} \cos \beta_1 - 48 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 24 \cos \alpha_1 \cos \beta_1$$

$$43 = -6\sqrt{6} \cos \beta_1 - 6\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 48 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 24 \cos \beta_1 \cos \gamma_1$$

$$43 = -6\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 6\sqrt{6} \cos \delta_1 - 48 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 24 \cos \gamma_1 \cos \delta_1$$

$$43 = -6\sqrt{6} \cos \delta_1 - 6\sqrt{6} \cos \varepsilon_1 - 48 \sin \delta_1 \sin \varepsilon_1 - 24 \cos \delta_1 \cos \varepsilon_1$$

$$43 = -6\sqrt{6} \cos \varepsilon_1 - 6\sqrt{6} \cos \eta_1 - 48 \sin \varepsilon_1 \sin \eta_1 - 24 \cos \varepsilon_1 \cos \eta_1$$

$$43 = -6\sqrt{6} \cos \eta_1 - 6\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 48 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 24 \cos \eta_1 \cos \alpha_1,$$

deren Lösungen sind:

$$\cos \alpha_{11} = \frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{5}{6}\sqrt{6} \text{ (imag.)}$$

$$\cos \alpha_{12} = -\frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}$$

$$\cos \alpha_{13} = -\frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}$$

$$\cos \alpha_{14} = \frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{5}{6}\sqrt{6} \text{ (imag.)}$$

$$\cos \alpha_{15} = \frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{2}\sqrt{6}$$

$$\cos \alpha_{16} = -\frac{1}{30}\sqrt{6} \pm \frac{3}{15}.$$

$$\begin{aligned}
\text{II. } -67 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 4 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 2 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\
-67 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 4 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 2 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\
-67 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \delta_2 - 4 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 2 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\
-67 &= -5\sqrt{6} \cos \delta_2 - 5\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 4 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 2 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\
-67 &= -5\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 5\sqrt{6} \cos \eta_2 - 4 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 2 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\
-67 &= -5\sqrt{6} \cos \eta_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 4 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 2 \cos \eta_2 \cos \alpha_2,
\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\left. \begin{aligned}
\cos \alpha_{21} &= \frac{5}{2}\sqrt{6} \pm \sqrt{6} \\
\cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{6}\sqrt{6} \pm 4 \\
\cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{6}\sqrt{6} \pm 4 \\
\cos \alpha_{24} &= \frac{5}{2}\sqrt{6} \pm \sqrt{6} \\
\cos \alpha_{25} &= \frac{5}{6}\sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \\
\cos \alpha_{26} &= \frac{5 \cdot 69}{446}\sqrt{6} \pm \frac{142}{73}
\end{aligned} \right\} \text{(imag.).}$$

Die imaginären Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{4}\sqrt{6} - \frac{5}{6}\sqrt{6} = -\frac{1}{2}\sqrt{6}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{3}{2}\sqrt{6} - \sqrt{6} = +\frac{1}{2}\sqrt{6}$  gelten für den Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbbregelmäßiges Zwölfeck bilden.

## 5. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $31^\circ \dots$ und $148^\circ \dots$

### A. Der Raumvierring.

$$\begin{aligned}
\cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 74^\circ \dots}{\cos 15^\circ \dots} = -4 \\
\cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 15^\circ \dots}{\cos 74^\circ \dots} = -4.
\end{aligned}$$

$\alpha_1 = \alpha_2$  jeder gleich  $180^\circ$ . Daher ist dieser Ring ein ebener und entspricht dem heterogenen Ringe  $109^\circ \dots / 70^\circ \dots$ . Die Summe beider Winkel ist wie die Summe dieser gleich  $180^\circ$ .

### B. Die Raumsechsringe.

Für  $\sphericalangle 34^\circ \dots$  ist die halbe wahre Entfernung der Raumpunkte  $= \frac{7}{10}\sqrt{3}$   
 - -  $148^\circ \dots$  - - - - -  $= \frac{11}{10}\sqrt{3}$ ,

somit die wahre Entfernung der Raumpunkte in den heterogenen Ringen aus diesen Winkeln gleich  $\frac{4}{10}\sqrt{3}$ . Daraus ergibt sich:

$$\begin{aligned}
p_1 &= \frac{4}{10}\sqrt{3} \sin 15^\circ \dots = \frac{2}{15}\sqrt{2} \\
g_1 &= \frac{4}{10}\sqrt{3} \cos 15^\circ \dots = \frac{2}{3},
\end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned}
p_2 &= \frac{4}{10}\sqrt{3} \sin 74^\circ \dots = \frac{2}{3} \\
g_2 &= \frac{4}{10}\sqrt{3} \cos 74^\circ \dots = \frac{2}{15}\sqrt{2}.
\end{aligned}$$

$DE_1$  wird gleich  $2p_2 = \frac{4}{3}\sqrt{6}$  und  $DE_2 = 2p_1 = \frac{4}{3}\sqrt{2}$ .

Aus diesen Werten entstehen folgende beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I. } 48 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 50 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 + 25 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ 48 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 50 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 + 25 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ 48 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 50 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 + 25 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

die bei der Auflösung folgende Werte liefern:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{2}{5}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{2}{5}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{5} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{7}{9}\sqrt{6} \pm \frac{5}{3}\sqrt{3}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -24 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 4 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 2 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -24 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 4 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 2 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -24 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 4 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 2 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{5}{6}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 5\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 5\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{5}{6}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{5}{8}\sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{95\sqrt{6} \pm 108}{446}. \end{aligned}$$

Für den Sechsring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenso halbregelmäßiges Sechseck bilden, ist  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{5}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3}$  ( $\alpha_{11b}$  entweder gleich  $172^\circ 29'$  oder gleich  $187^\circ 31'$ ) und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{5}{6}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3}$  ( $\alpha_{21b}$  gleich  $27^\circ 33' 30''$  oder gleich  $332^\circ 26' 30''$ ).

### C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } 23 &= -5\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 5\sqrt{2} \cos \beta_1 - 25 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ 23 &= -5\sqrt{2} \cos \beta_1 - 5\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 25 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ 23 &= -5\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 5\sqrt{2} \cos \delta_1 - 25 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ 23 &= -5\sqrt{2} \cos \delta_1 - 5\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 25 \sin \delta_1 \sin \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:



$$\cos \alpha_{11} = \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \sqrt{2} \quad (\text{imag.})$$

$$\cos \alpha_{12} = -\frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{2}{5}$$

$$\cos \alpha_{13} = -\frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{2}{5}$$

$$\cos \alpha_{14} = \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \sqrt{2} \quad (\text{imag.})$$

$$\cos \alpha_{15} = \pm \frac{3}{5}\sqrt{3}$$

$$\cos \alpha_{16} = -\frac{2}{10}\sqrt{2} \pm 1 \quad (\text{imag.}).$$

$$\text{II. } -23 = -5\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{2} \cos \beta_2 - 2 \sin \alpha_2 \sin \beta_2$$

$$-23 = -5\sqrt{2} \cos \beta_2 - 5\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 2 \sin \beta_2 \sin \gamma_2$$

$$-23 = -5\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{2} \cos \delta_2 - 2 \sin \gamma_2 \sin \delta_2$$

$$-23 = -5\sqrt{2} \cos \delta_2 - 5\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 2 \sin \delta_2 \sin \alpha_2,$$

deren Lösungen sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 5 \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 5 \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{25} &= \pm \frac{3}{2}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{2}{10}\sqrt{2} \pm 1 \end{aligned} \right\} \quad (\text{imag.})$$

Die imaginären Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{5}\sqrt{2} - \sqrt{2} = -\frac{4}{5}\sqrt{2}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{5}{2}\sqrt{2} - \sqrt{2} = +\frac{3}{2}\sqrt{2}$  gelten für den Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbbregelmäßiges Achteck bilden.

#### D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } 44 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 50 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 25 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ 44 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 50 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 25 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ 44 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 5\sqrt{6} \cos \delta_1 - 50 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 25 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ 44 &= -5\sqrt{6} \cos \delta_1 - 5\sqrt{6} \cos \epsilon_1 - 50 \sin \delta_1 \sin \epsilon_1 - 25 \cos \delta_1 \cos \epsilon_1 \\ 44 &= -5\sqrt{6} \cos \epsilon_1 - 5\sqrt{6} \cos \eta_1 - 50 \sin \epsilon_1 \sin \eta_1 - 25 \cos \epsilon_1 \cos \eta_1 \\ 44 &= -5\sqrt{6} \cos \eta_1 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 50 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 25 \cos \eta_1 \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{5}\sqrt{6} \pm 2 \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{15}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{15}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{5}\sqrt{6} \pm 2 \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{15} &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5} \quad - \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{1}{5}\sqrt{6} \pm 2 \quad - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{II. } -74 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 4 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 2 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\
-74 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 4 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 2 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\
-74 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \delta_2 - 4 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 2 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\
-74 &= -5\sqrt{6} \cos \delta_2 - 5\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 4 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 2 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\
-74 &= -5\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 5\sqrt{6} \cos \eta_2 - 4 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 2 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\
-74 &= -5\sqrt{6} \cos \eta_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 4 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 2 \cos \eta_2 \cos \alpha_2,
\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\left. \begin{aligned}
\cos \alpha_{21} &= \frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 2 \\
\cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{6}\sqrt{6} \pm \frac{5}{3}\sqrt{6} \\
\cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{6}\sqrt{6} \pm \frac{5}{3}\sqrt{6} \\
\cos \alpha_{24} &= \frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 2 \\
\cos \alpha_{25} &= \frac{5}{6}\sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \\
\cos \alpha_{26} &= \frac{5}{2}\sqrt{6} \pm 2
\end{aligned} \right\} \quad (\text{imag.})$$

Für den Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Zwölfeck bilden, gelten die imaginären Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{3}\sqrt{6} - 2$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{5}{2}\sqrt{6} - 2$ .

## 6. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $22^\circ \dots$ und $148^\circ \dots$

### A. Der Raumvierring.

$$\begin{aligned}
\cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 74^\circ \dots}{\cos 11^\circ \dots} = -\frac{5}{26}\sqrt{26} \quad \text{reell,} \\
\cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 11^\circ \dots}{\cos 74^\circ \dots} = -\frac{1}{2}\sqrt{2} \quad \text{reell.}
\end{aligned}$$

Dieser Vierring ist demgemäß möglich, und zwar bedingt  $\cos \alpha_1 = -\frac{5}{26}\sqrt{26}$ ,  $\alpha_1$  entweder gleich  $168^\circ 44' 40''$ ,  $\alpha_2 = 225^\circ$  oder  $\alpha_1 = 191^\circ 18' 20''$ ,  $\alpha_2 = 135^\circ$ .

### B. Die Raumsechsringe.

Die wahre Entfernung der Raumpunkte der heterogenen Ringe dieser Art setzt sich zusammen aus der halben wahren Entfernung der Raumpunkte der homogenen Ringe mit  $\sphericalangle 22^\circ \dots$ , gleich  $\frac{2}{3}\sqrt{3}$  und der halben wahren Entfernung der Raumpunkte der homogenen Ringe mit  $\sphericalangle 148^\circ \dots$  gleich  $\frac{1}{10}\sqrt{3}$ . Dieselbe ist gleich  $\frac{4}{10}\sqrt{3} = \frac{2}{5}\sqrt{3}$ . Daraus ergibt sich:

$$\begin{aligned}
p_1 &= \frac{2}{5}\sqrt{3} \sin 11^\circ \dots = \frac{2}{15} \\
g_1 &= \frac{2}{5}\sqrt{3} \cos 11^\circ \dots = \frac{2}{15}\sqrt{26}
\end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned}
p_2 &= \frac{2}{5}\sqrt{3} \sin 74^\circ \dots = \frac{2}{3} \\
g_2 &= \frac{2}{5}\sqrt{3} \cos 74^\circ \dots = \frac{2}{15}\sqrt{2}
\end{aligned}$$

$$DE_1 = 2p_2 \text{ wird gleich } \frac{4}{3} \quad \text{und} \quad DE_2 = 2p_1 = \frac{4}{15}.$$

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } 47 &= -\sqrt{78} \cos \alpha_1 - \sqrt{78} \cos \beta_1 - 52 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 + 26 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ 47 &= -\sqrt{78} \cos \beta_1 - \sqrt{78} \cos \gamma_1 - 52 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 + 26 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ 47 &= -\sqrt{78} \cos \gamma_1 - \sqrt{78} \cos \alpha_1 - 52 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 + 26 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{78} \sqrt{78} \pm \frac{10}{78} \sqrt{78} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{26} \sqrt{78} \pm \frac{2}{13} \sqrt{13} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{26} \sqrt{78} \pm \frac{2}{13} \sqrt{13} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{78} \sqrt{78} \pm \frac{10}{78} \sqrt{78} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{1}{78} \sqrt{78} \pm \frac{3}{13} \sqrt{26} \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{73 \sqrt{78}}{23 \cdot 26} \pm \frac{5 \cdot 9}{23} \end{aligned} \right\} \text{ (imag.)}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -25 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 4 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 2 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -25 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 4 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 2 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -25 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 4 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 2 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{5}{6} \sqrt{6} \pm \frac{2}{6} \sqrt{6} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{3} \sqrt{6} \pm 2 \sqrt{13} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{3} \sqrt{6} \pm 2 \sqrt{13} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{5}{6} \sqrt{6} \pm \frac{2}{6} \sqrt{6} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{5}{6} \sqrt{6} \pm 3 \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{445 \sqrt{6} \pm 400}{446} \end{aligned} \right\} \text{ (imag.)}$$

Die Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{78} \sqrt{78} - \frac{10}{78} \sqrt{78} = -\frac{9}{78} \sqrt{78}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{5}{6} \sqrt{6} - \frac{2}{6} \sqrt{6} = \frac{1}{2} \sqrt{6}$ , die für den Sechsring gelten, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbreghmäßiges Sechseck bilden, sind imaginär.

### C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } 23 &= -\sqrt{26} \cos \alpha_1 - \sqrt{26} \cos \beta_1 - 26 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ 23 &= -\sqrt{26} \cos \beta_1 - \sqrt{26} \cos \gamma_1 - 26 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ 23 &= -\sqrt{26} \cos \gamma_1 - \sqrt{26} \cos \delta_1 - 26 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ 23 &= -\sqrt{26} \cos \delta_1 - \sqrt{26} \cos \alpha_1 - 26 \sin \delta_1 \sin \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \frac{5}{13} \sqrt{13} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \frac{1}{13} \sqrt{26} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{26}\sqrt{26} \pm \frac{1}{13}\sqrt{26} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{26}\sqrt{26} \pm \frac{5}{13}\sqrt{13} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{15} &= \pm \frac{1}{13}\sqrt{78} \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{3}{26}\sqrt{26} \pm 1 \text{ (imag.)}.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{II.} \quad & -25 = -5\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{2} \cos \beta_2 - 2 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ & -25 = -5\sqrt{2} \cos \beta_2 - 5\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 2 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ & -25 = -5\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{2} \cos \delta_2 - 2 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ & -25 = -5\sqrt{2} \cos \delta_2 - 5\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 2 \sin \delta_2 \sin \alpha_2,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\left. \begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 1 \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{2}\sqrt{2} \pm \sqrt{26} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{2}\sqrt{2} \pm \sqrt{26} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 1 \\ \cos \alpha_{25} &= \pm \frac{3}{2}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 1\end{aligned} \right\} \text{ (imag.)}$$

Für den Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbbregelmäßiges Achteck bilden, gelten die imaginären Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{26}\sqrt{26} - \frac{5}{13}\sqrt{13}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{5}{2}\sqrt{2} - 1$ .

#### D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned}\text{I.} \quad & 45 = -\sqrt{78} \cos \alpha_1 - \sqrt{78} \cos \beta_1 - 52 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 26 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ & 45 = -\sqrt{78} \cos \beta_1 - \sqrt{78} \cos \gamma_1 - 52 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 26 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ & 45 = -\sqrt{78} \cos \gamma_1 - \sqrt{78} \cos \delta_1 - 52 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 26 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ & 45 = -\sqrt{78} \cos \delta_1 - \sqrt{78} \cos \varepsilon_1 - 52 \sin \delta_1 \sin \varepsilon_1 - 26 \cos \delta_1 \cos \varepsilon_1 \\ & 45 = -\sqrt{78} \cos \varepsilon_1 - \sqrt{78} \cos \eta_1 - 52 \sin \varepsilon_1 \sin \eta_1 - 26 \cos \varepsilon_1 \cos \eta_1 \\ & 45 = -\sqrt{78} \cos \eta_1 - \sqrt{78} \cos \alpha_1 - 52 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 26 \cos \eta_1 \cos \alpha_1,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{5}{13}\sqrt{26} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{2}{39}\sqrt{39} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{2}{39}\sqrt{39} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{5}{13}\sqrt{26} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{15} &= \frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{2}{13}\sqrt{26} \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{19}{23 \cdot 26} \sqrt{78} \pm \frac{4}{23}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{II. } -75 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 4 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 2 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\
 -75 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 4 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 2 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\
 -75 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \delta_2 - 4 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 2 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\
 -75 &= -5\sqrt{6} \cos \delta_2 - 5\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 4 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 2 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\
 -75 &= -5\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 5\sqrt{6} \cos \eta_2 - 4 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 2 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\
 -75 &= -5\sqrt{6} \cos \eta_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 4 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 2 \cos \eta_2 \cos \alpha_2,
 \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\left. \begin{aligned}
 \cos \alpha_{21} &= \frac{5}{2}\sqrt{6} \pm \sqrt{2} \\
 \cos \alpha_{22} &= -\frac{5}{6}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{39} \\
 \cos \alpha_{23} &= -\frac{5}{6}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{39} \\
 \cos \alpha_{24} &= \frac{5}{2}\sqrt{6} \pm \sqrt{2} \\
 \cos \alpha_{25} &= \frac{5}{6}\sqrt{6} \pm 3\sqrt{2} \\
 \cos \alpha_{26} &= \frac{5}{446}\sqrt{6} \pm \frac{1}{73}
 \end{aligned} \right\} \text{ (imag.)}$$

Die imaginären Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{26}\sqrt{78} - \frac{5}{13}\sqrt{26}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{5}{2}\sqrt{6} - \sqrt{2}$  gelten für den Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Zwölfeck bilden.

## 7. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $65^\circ \dots$ und $109^\circ \dots$

### A. Der Raumvierring.

$$\begin{aligned}
 \cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 54^\circ \dots}{\cos 32^\circ \dots} = -\frac{3}{19}\sqrt{38} \\
 \cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 32^\circ \dots}{\cos 54^\circ \dots} = -\frac{2}{3}\sqrt{2}.
 \end{aligned}$$

Der Vierring ist möglich, und zwar ist  $\alpha_1$  entweder gleich  $166^\circ 43' 40''$ , dann muß  $\alpha_2$  gleich  $199^\circ 28' 14''$  sein, oder gleich  $193^\circ 46' 20''$ , dann muß  $\alpha_2$  gleich  $160^\circ 31' 46''$  sein.

### B. Die Raumsechsringe.

Die wahre Entfernung der Raumpunkte der heterogenen Ringe dieser Art ist gleich  $2\sqrt{3}$  für  $\angle 65^\circ \dots$

vermehrt um  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$  für  $\angle 109^\circ \dots$ ,

somit gleich  $\frac{5}{2}\sqrt{3}$ . Mithin ist:

$$\begin{aligned}
 p_1 &= \frac{5}{2}\sqrt{3} \sin 32^\circ \dots = \frac{5}{8}\sqrt{2} \\
 g_1 &= \frac{5}{2}\sqrt{3} \cos 32^\circ \dots = \frac{5}{8}\sqrt{19}
 \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned}
 p_2 &= \frac{5}{2}\sqrt{3} \sin 54^\circ \dots = \frac{5}{2}\sqrt{2} \\
 g_2 &= \frac{5}{2}\sqrt{3} \cos 54^\circ \dots = \frac{5}{2}.
 \end{aligned}$$

Bei der Rotation wird  $DE_1 = 2p_2 = 5\sqrt{2}$  und  $DE_2 = 2p_1 = \frac{5}{4}\sqrt{2}$ .



Diese Werte liefern folgende beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I. } 26 &= 49 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 - 38 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 2\sqrt{114} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{114} \cos \beta_1 \\ 26 &= 49 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 - 38 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 2\sqrt{114} \cos \beta_1 - 2\sqrt{114} \cos \gamma_1 \\ 26 &= 49 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1 - 38 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 - 2\sqrt{114} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{114} \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{114} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{6}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{6}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{114} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{6}{19}\sqrt{19} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{1}{3}\sqrt{114} \pm 40 \quad - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -4 &= -9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 48 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 9 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -4 &= -9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 48 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 9 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -4 &= -9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 48 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 9 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{4}{9}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{22} &= -\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{23} &= -\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{4}{9}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm 2 \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{26} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{5}{27} \quad - \end{aligned}$$

Der Sechsring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Sechseck bilden, ist bestimmt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{2}{57}\sqrt{114} - \frac{2}{19}\sqrt{114} = -\frac{8}{114}\sqrt{114}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{4}{9}\sqrt{6} = -\frac{1}{3}\sqrt{6}$  und es ist:

$$\begin{aligned} \text{für } \alpha_{11b} &= 131^\circ 27' 44'' & \alpha_{21b} &= 254^\circ 12' 25'' \\ - \alpha_{11b} &= 228 \ 32 \ 16 & \alpha_{21b} &= 105 \ 47 \ 35 \end{aligned}$$

### C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } 9 &= -2\sqrt{38} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{38} \cos \beta_1 - 49 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ 9 &= -2\sqrt{38} \cos \beta_1 - 2\sqrt{38} \cos \gamma_1 - 49 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ 9 &= -2\sqrt{38} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{38} \cos \delta_1 - 49 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ 9 &= -2\sqrt{38} \cos \delta_1 - 2\sqrt{38} \cos \alpha_1 - 49 \sin \delta_1 \sin \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{6}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{21} &= -\frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{3}{19}\sqrt{38} \end{aligned}$$

$$\cos \alpha_{13} = -\frac{2}{29}\sqrt{38} \pm \frac{2}{19}\sqrt{38}$$

$$\cos \alpha_{14} = \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{6}{19}\sqrt{19}$$

$$\cos \alpha_{15} = \pm \frac{3}{19}\sqrt{57} \text{ (imag.)}$$

$$\cos \alpha_{16} = -\frac{9}{76}\sqrt{38} \pm 1.$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -11 &= -9\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{2} \cos \beta_2 - 9 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ -11 &= -9\sqrt{2} \cos \beta_2 - 9\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 9 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ -11 &= -9\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{2} \cos \delta_2 - 9 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ -11 &= -9\sqrt{2} \cos \delta_2 - 9\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 9 \sin \delta_2 \sin \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\cos \alpha_{21} = \sqrt{2} \pm \frac{4}{3}$$

$$\cos \alpha_{22} = -\sqrt{2} \pm \frac{4}{3}\sqrt{38}$$

$$\cos \alpha_{23} = -\sqrt{2} \pm \frac{4}{3}\sqrt{38}$$

$$\cos \alpha_{24} = \sqrt{2} \pm \frac{4}{3}$$

$$\cos \alpha_{25} = \pm \sqrt{3} \text{ (imag.)}$$

$$\cos \alpha_{26} = \frac{11}{18}\sqrt{2} \pm 1.$$

Der Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Achteck bilden, ist bestimmt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{2}{19}\sqrt{38} - \frac{6}{19}\sqrt{19}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \sqrt{2} - \frac{4}{3}$  und es ist für:

$$\alpha_{11b} = 133^\circ 47' 45'', \quad \alpha_{21b} = 265^\circ 24' 39''$$

$$\alpha_{11b} = 226^\circ 42' 45'', \quad \alpha_{21b} = 94^\circ 38' 24''$$

#### D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} 40 &= -2\sqrt{114} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{114} \cos \beta_1 - 38 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 19 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ 40 &= -2\sqrt{114} \cos \beta_1 - 2\sqrt{114} \cos \gamma_1 - 38 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 19 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ 40 &= -2\sqrt{114} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{114} \cos \delta_1 - 38 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 19 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ 40 &= -2\sqrt{114} \cos \delta_1 - 2\sqrt{114} \cos \epsilon_1 - 38 \sin \delta_1 \sin \epsilon_1 - 19 \cos \delta_1 \cos \epsilon_1 \\ 40 &= -2\sqrt{114} \cos \epsilon_1 - 2\sqrt{114} \cos \zeta_1 - 38 \sin \epsilon_1 \sin \zeta_1 - 19 \cos \epsilon_1 \cos \zeta_1 \\ 10 &= -2\sqrt{114} \cos \zeta_1 - 2\sqrt{114} \cos \alpha_1 - 38 \sin \zeta_1 \sin \alpha_1 - 19 \cos \zeta_1 \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\cos \alpha_{11} = \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{6}{19}\sqrt{38}$$

$$\cos \alpha_{12} = -\frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{57}$$

$$\cos \alpha_{13} = -\frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{57}$$

$$\cos \alpha_{14} = \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{6}{19}\sqrt{38}$$

$$\cos \alpha_{15} = \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{19}$$

$$\cos \alpha_{16} = \frac{18}{95}\sqrt{114} \pm \frac{4}{5}.$$

$$\begin{aligned}
 \text{II. } -40 &= -9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 18 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 9 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\
 -40 &= -9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 18 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 9 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\
 -40 &= -9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{6} \cos \delta_2 - 18 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 9 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\
 -40 &= -9\sqrt{6} \cos \delta_2 - 9\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 18 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 9 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\
 -40 &= -9\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 9\sqrt{6} \cos \eta_2 - 18 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 9 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\
 -40 &= -9\sqrt{6} \cos \eta_2 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 18 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 9 \cos \eta_2 \cos \alpha_2,
 \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}
 \cos \alpha_{21} &= \sqrt{6} \pm \frac{4}{3}\sqrt{2} \\
 \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{57} \\
 \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{57} \\
 \cos \alpha_{24} &= \sqrt{6} \pm \frac{4}{3}\sqrt{2} \\
 \cos \alpha_{25} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm 2 \quad (\text{imag.}) \\
 \cos \alpha_{26} &= \frac{4}{5}\sqrt{6} \pm \frac{9}{5}.
 \end{aligned}$$

Für den Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbbregelmäßiges Zwölfeck bilden, ist  $\cos \alpha_{11b} = \frac{2}{15}\sqrt{114} - \frac{6}{15}\sqrt{38}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \sqrt{6} - \frac{4}{3}\sqrt{2}$  und zwar ist:

$$\begin{aligned}
 \text{für } \alpha_{11b} &= 124^{\circ}37'27'' & \alpha_{21b} &= 55^{\circ}40'27'' \\
 \text{für } \alpha_{11b} &= 235^{\circ}22'33'' & \alpha_{21b} &= 304^{\circ}19'33''
 \end{aligned}$$

## 8. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $31^{\circ} \dots$ und $109^{\circ} \dots$ .

### A. Der Raumvierring.

Für denselben ist

$$\begin{aligned}
 \cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 54^{\circ} \dots}{\cos 15^{\circ} \dots} = -\frac{1}{3}\sqrt{2} \\
 \cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 15^{\circ} \dots}{\cos 54^{\circ} \dots} = -\frac{1}{3}\sqrt{2}
 \end{aligned}$$

und  $\alpha_1$  entweder gleich  $148^{\circ}3'$ , dann muß sein  $\alpha_2 = 244^{\circ}52'30''$  oder  $\alpha_1 = 211^{\circ}57'$ , dann muß sein  $\alpha_2 = 148^{\circ}7'30''$ .

### B. Die Raumsechsringe.

Die wahre Entfernung der Raumpunkte der heterogenen Ringe dieser

Art ist gleich  $\frac{7}{3}\sqrt{3}$  für  $\angle 31^{\circ} \dots$   
 vermehrt um  $\frac{1}{3}\sqrt{3}$  für  $\angle 109^{\circ} \dots$ ,  
 somit gleich  $4\sqrt{3}$ . Daraus ergibt sich:

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 4\sqrt{3} \sin 15^{\circ} \dots = \frac{4}{3}\sqrt{2} \\
 g_1 &= 4\sqrt{3} \cos 15^{\circ} \dots = \frac{2}{3}
 \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned}
 p_2 &= 4\sqrt{3} \sin 54^{\circ} \dots = 4\sqrt{2} \\
 g_2 &= 4\sqrt{3} \cos 54^{\circ} \dots = 4.
 \end{aligned}$$

$$DE_1 \text{ wird } = 2p_2 = 8\sqrt{2} \text{ und } DE_2 = 2p_1 = \frac{8}{3}\sqrt{2}.$$

Diese Werte liefern folgende beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I. } 20 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 50 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 + 25 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ 20 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 50 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 + 25 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ 20 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 50 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 + 25 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1. \end{aligned}$$

Deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{2}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{15}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -28 &= -9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 48 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 9 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -28 &= -9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 48 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 9 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -28 &= -9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 48 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 9 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2. \end{aligned}$$

Deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{22} &= -\sqrt{6} \pm \frac{1}{3} \\ \cos \alpha_{23} &= -\sqrt{6} \pm \frac{1}{3} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm 2 \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{1}{45}\sqrt{6} \pm \frac{2}{45}. \end{aligned}$$

Der Sechsring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Sechseck bilden, wird bestimmt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{6} = -\frac{1}{3}\sqrt{6}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{6} = -\frac{1}{3}\sqrt{6}$  und es ist

$$\begin{aligned} \alpha_{11b} &= 144^\circ 44', \text{ wenn } \alpha_{21b} = 74^\circ 42' \text{ ist und} \\ \alpha_{11b} &= 215^\circ 46', \text{ wenn } \alpha_{21b} = 285^\circ 48' \text{ ist.} \end{aligned}$$

### C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } 9 &= -5\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 5\sqrt{2} \cos \beta_1 - 25 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ 9 &= -5\sqrt{2} \cos \beta_1 - 5\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 25 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ 9 &= -5\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 5\sqrt{2} \cos \delta_1 - 25 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ 9 &= -5\sqrt{2} \cos \delta_1 - 5\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 25 \sin \delta_1 \sin \alpha_1. \end{aligned}$$

Deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}
\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{6}{5} \\
\cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{4}{5} \\
\cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{4}{5} \\
\cos \alpha_{14} &= \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{6}{5} \\
\cos \alpha_{15} &= \pm \frac{3}{5}\sqrt{3} \quad (\text{imag.}) \\
\cos \alpha_{16} &= -\frac{9}{10}\sqrt{2} \pm 1.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{II. } -23 &= -9\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{2} \cos \beta_2 - 9 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\
-23 &= -9\sqrt{2} \cos \beta_2 - 9\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 9 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\
-23 &= -9\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{2} \cos \delta_2 - 9 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\
-23 &= -9\sqrt{2} \cos \delta_2 - 9\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 9 \sin \delta_2 \sin \alpha_2.
\end{aligned}$$

Deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}
\cos \alpha_{21} &= \sqrt{2} \pm \frac{2}{3} \\
\cos \alpha_{22} &= -\sqrt{2} \pm \frac{5}{3}\sqrt{2} \\
\cos \alpha_{23} &= -\sqrt{2} \pm \frac{5}{3}\sqrt{2} \\
\cos \alpha_{24} &= \sqrt{2} \pm \frac{2}{3} \\
\cos \alpha_{25} &= \pm \sqrt{3} \quad (\text{imag.}) \\
\cos \alpha_{26} &= \frac{2}{3}\sqrt{2} \pm 1.
\end{aligned}$$

Der Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbberegelmäßiges Achteck bilden, ist bedingt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{5}\sqrt{2} - \frac{6}{5}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \sqrt{2} - \frac{2}{3}$ , und zwar ist

$$\begin{aligned}
\text{für } \alpha_{11b} &= 156^\circ 34' & \alpha_{21b} &= 348^\circ 22' 44'' \text{ und} \\
\text{für } \alpha_{11b} &= 203^\circ 29' & \alpha_{21b} &= 44^\circ 37' 46''
\end{aligned}$$

#### D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned}
\text{I. } 46 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 50 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 25 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\
46 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 50 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 25 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\
46 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 5\sqrt{6} \cos \delta_1 - 50 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 25 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\
46 &= -5\sqrt{6} \cos \delta_1 - 5\sqrt{6} \cos \epsilon_1 - 50 \sin \delta_1 \sin \epsilon_1 - 25 \cos \delta_1 \cos \epsilon_1 \\
46 &= -5\sqrt{6} \cos \epsilon_1 - 5\sqrt{6} \cos \eta_1 - 50 \sin \epsilon_1 \sin \eta_1 - 25 \cos \epsilon_1 \cos \eta_1 \\
46 &= -5\sqrt{6} \cos \eta_1 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 50 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 25 \cos \eta_1 \cos \alpha_1.
\end{aligned}$$

Deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}
\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5}\sqrt{2} \quad (\text{imag.}) \\
\cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{5}\sqrt{3} \\
\cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{5}\sqrt{3}
\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\cos \alpha_{14} &= \frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5} \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{9}{35}\sqrt{6} \pm \frac{1}{15}\end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned}\cos \alpha_{14} \\ \cos \alpha_{15} \\ \cos \alpha_{16}\end{aligned}} \right\} (\text{imag.})$$

$$\begin{aligned}\text{II. } -64 &= -9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 18 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 9 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -64 &= -9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 18 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 9 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -64 &= -9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{6} \cos \delta_2 - 18 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 9 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\ -64 &= -9\sqrt{6} \cos \delta_2 - 9\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 18 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 9 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\ -64 &= -9\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 9\sqrt{6} \cos \eta_2 - 18 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 9 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\ -64 &= -9\sqrt{6} \cos \eta_2 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 18 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 9 \cos \eta_2 \cos \alpha_2.\end{aligned}$$

Deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{10}{9}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{10}{9}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{24} &= \sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{25} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm 2 \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{7}{45}\sqrt{6} \pm \frac{11}{45}\end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned}\cos \alpha_{21} \\ \cos \alpha_{22} \\ \cos \alpha_{23} \\ \cos \alpha_{24} \\ \cos \alpha_{25} \\ \cos \alpha_{26}\end{aligned}} \right\} (\text{imag.}).$$

Die imaginären Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{5}\sqrt{6} - \frac{6}{5}\sqrt{2}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{2}$  gelten für den Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbbregelmäßiges Zwölfeck bilden.

## 9. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $22^\circ \dots$ und $109^\circ \dots$

### A. Der Raumvierring.

Für den Vierring ist:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 54^\circ \dots}{\cos 44^\circ \dots} = -\frac{1}{13}\sqrt{13} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 44^\circ \dots}{\cos 54^\circ \dots} = -\frac{1}{3},\end{aligned}$$

so daß für  $\alpha_1 = 146^\circ 18' 36''$   $\alpha_2 = 250^\circ 34' 46''$   
und für  $\alpha_2 = 213^\circ 44' 24''$   $\alpha_1 = 109^\circ 28' 14''$  sein muß.

### B. Die Raumsechsringe.

Die wahre Entfernung der Raumpunkte der heterogenen Ringe dieser Art ist gleich  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$  für  $\angle 22^\circ \dots$ ,  
vermehrt um  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$  „  $\angle 109^\circ \dots$ ,  
mithin gleich  $4\sqrt{3}$ , so daß wird:

$$\begin{aligned}p_1 &= 4\sqrt{3} \sin 44^\circ \dots = \frac{4}{3} \\ g_1 &= 4\sqrt{3} \cos 44^\circ \dots = \frac{4}{3}\sqrt{26}\end{aligned}$$

und

$$p_2 = 4\sqrt{3} \sin 54^\circ \dots = 4\sqrt{2}$$

$$g_2 = 4\sqrt{3} \cos 54^\circ \dots = 4,$$

ferner

$$DE_1 = 2p_2 = 8\sqrt{2} \quad \text{und} \quad DE_2 = 2p_1 = \frac{8}{3}.$$

Daraus erhält man folgende beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$\text{I. } 49 = -\sqrt{78} \cos \alpha_1 - \sqrt{78} \cos \beta_1 - 52 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 + 26 \cos \alpha_1 \cos \beta_1$$

$$49 = -\sqrt{78} \cos \beta_1 - \sqrt{78} \cos \gamma_1 - 52 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 + 26 \cos \beta_1 \cos \gamma_1$$

$$49 = -\sqrt{78} \cos \gamma_1 - \sqrt{78} \cos \alpha_1 - 52 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 + 26 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1,$$

deren Lösungen sind:

$$\cos \alpha_{11} = \frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{2}{13}\sqrt{39}$$

$$\cos \alpha_{12} = -\frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{3}{13}\sqrt{26}$$

$$\cos \alpha_{13} = -\frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{3}{13}\sqrt{26}$$

$$\cos \alpha_{14} = \frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{2}{13}\sqrt{39}$$

$$\cos \alpha_{15} = -\frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{3}{26}\sqrt{26}$$

$$\cos \alpha_{16} = \frac{45}{23 \cdot 26} \sqrt{78} \pm \frac{22}{23}$$

$$\text{II. } -32 = -9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 48 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 9 \cos \alpha_2 \cos \beta_2$$

$$-32 = -9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 48 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 9 \cos \beta_2 \cos \gamma_2$$

$$-32 = -9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 48 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 9 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2,$$

deren Lösungen sind:

$$\cos \alpha_{21} = \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3}$$

$$\cos \alpha_{22} = -\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{26}$$

$$\cos \alpha_{23} = -\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{26}$$

$$\cos \alpha_{24} = \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3}$$

$$\cos \alpha_{25} = -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm 2 \quad (\text{imag.})$$

$$\cos \alpha_{26} = \frac{23\sqrt{6} \pm 22}{45}$$

Für den Sechsring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbgelmäßiges Sechseck bilden, ist  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{78}\sqrt{78} - \frac{2}{13}\sqrt{39}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3}$  und zwar ist:

$$\alpha_{11b} = 148^\circ 3' \quad \text{wenn} \quad \alpha_{21b} = 295^\circ 34' \quad \text{und}$$

$$\alpha_{11b} = 211^\circ 57' \quad - \quad \alpha_{21b} = 64^\circ 26' \quad \text{ist.}$$

### C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen lauten:

$$\text{I. } 9 = -\sqrt{26} \cos \alpha_1 - \sqrt{26} \cos \beta_1 - 26 \sin \alpha_1 \sin \beta_1$$

$$9 = -\sqrt{26} \cos \beta_1 - \sqrt{26} \cos \gamma_1 - 26 \sin \beta_1 \sin \gamma_1$$

$$9 = -\sqrt{26} \cos \gamma_1 - \sqrt{26} \cos \delta_1 - 26 \sin \gamma_1 \sin \delta_1$$

$$9 = -\sqrt{26} \cos \delta_1 - \sqrt{26} \cos \alpha_1 - 26 \sin \delta_1 \sin \alpha_1,$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{2^{\frac{1}{6}}} \sqrt{26} \pm \frac{6}{2^{\frac{1}{6}}} \sqrt{26} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{2^{\frac{1}{6}}} \sqrt{26} \pm \frac{3}{1^{\frac{1}{3}}} \sqrt{13} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{2^{\frac{1}{6}}} \sqrt{26} \pm \frac{3}{1^{\frac{1}{3}}} \sqrt{13} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{2^{\frac{1}{6}}} \sqrt{26} \pm \frac{3}{1^{\frac{1}{3}}} \sqrt{26} \\ \cos \alpha_{15} &= \pm \frac{3}{2^{\frac{1}{6}}} \sqrt{78} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{9}{2^{\frac{1}{6}}} \sqrt{26} \pm 1.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{II. } -25 &= -9\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{2} \cos \beta_2 - 9 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ -25 &= -9\sqrt{2} \cos \beta_2 - 9\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 9 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ -25 &= -9\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{2} \cos \delta_2 - 9 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ -25 &= -9\sqrt{2} \cos \delta_2 - 9\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 9 \sin \delta_2 \sin \alpha_2,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \sqrt{2} \pm \frac{1}{3} \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{22} &= -\sqrt{2} \pm \frac{2}{3} \sqrt{13} \\ \cos \alpha_{23} &= -\sqrt{2} \pm \frac{2}{3} \sqrt{13} \\ \cos \alpha_{24} &= \sqrt{2} \pm \frac{1}{3} \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{25} &= \pm \sqrt{3} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{2^{\frac{5}{8}}}{1^{\frac{1}{8}}} \sqrt{2} \pm 1.\end{aligned}$$

Für den Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbbregelmäßiges Achteck bilden, ist  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{2^{\frac{1}{6}}} \sqrt{26} - \frac{6}{2^{\frac{1}{6}}} \sqrt{26} = -\frac{5}{2^{\frac{1}{6}}} \sqrt{26}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \sqrt{2} - \frac{1}{3} \sqrt{2} = +\frac{2}{3} \sqrt{2}$  und zwar ist:

$$\alpha_{11b} = 168^\circ 42' \quad \text{wenn} \quad \alpha_{21b} = 340^\circ 31' 46''$$

$$\text{und} \quad \alpha_{11b} = 191^\circ 48' \quad - \quad \alpha_{21b} = 49^\circ 28' 44'' \text{ ist.}$$

#### D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned}\text{I. } 47 &= -\sqrt{78} \cos \alpha_1 - \sqrt{78} \cos \beta_1 - 52 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 26 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ 47 &= -\sqrt{78} \cos \beta_1 - \sqrt{78} \cos \gamma_1 - 52 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 26 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ 47 &= -\sqrt{78} \cos \gamma_1 - \sqrt{78} \cos \delta_1 - 52 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 26 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ 47 &= -\sqrt{78} \cos \delta_1 - \sqrt{78} \cos \epsilon_1 - 52 \sin \delta_1 \sin \epsilon_1 - 26 \cos \delta_1 \cos \epsilon_1 \\ 47 &= -\sqrt{78} \cos \epsilon_1 - \sqrt{78} \cos \eta_1 - 52 \sin \epsilon_1 \sin \eta_1 - 26 \cos \epsilon_1 \cos \eta_1 \\ 47 &= -\sqrt{78} \cos \eta_1 - \sqrt{78} \cos \alpha_1 - 52 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 26 \cos \eta_1 \cos \alpha_1,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{2^{\frac{1}{6}}} \sqrt{78} \pm \frac{6}{1^{\frac{1}{3}}} \sqrt{13} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{7^{\frac{1}{8}}} \sqrt{78} \pm \frac{1}{1^{\frac{1}{3}}} \sqrt{78} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{7^{\frac{1}{8}}} \sqrt{78} \pm \frac{1}{1^{\frac{1}{3}}} \sqrt{78}\end{aligned}$$

$$\cos \alpha_{14} = \frac{1}{28}\sqrt{78} \pm \frac{6}{13}\sqrt{43} \quad (\text{imag.})$$

$$\cos \alpha_{15} = \frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{3}{13}\sqrt{26} \quad (\text{imag.})$$

$$\cos \alpha_{16} = -\frac{9}{23 \cdot 26} \sqrt{78} \pm \frac{14}{23}.$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -68 &= -9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 18 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 9 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -68 &= -9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 18 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 9 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -68 &= -9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{6} \cos \delta_2 - 18 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 9 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\ -68 &= -9\sqrt{6} \cos \delta_2 - 9\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 18 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 9 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\ -68 &= -9\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 9\sqrt{6} \cos \eta_2 - 18 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 9 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\ -68 &= -9\sqrt{6} \cos \eta_2 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 18 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 9 \cos \eta_2 \cos \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \sqrt{6} \pm \frac{2}{3} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{2}{9}\sqrt{78} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{2}{9}\sqrt{78} \\ \cos \alpha_{24} &= \sqrt{6} \pm \frac{2}{3} \\ \cos \alpha_{25} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm 2 \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{77\sqrt{6} \pm 122}{45} \end{aligned} \right\} (\text{imag.}).$$

Die Werte, die für den Zwölfring gelten, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbreghelmäßiges Zwölfeck bilden, sind imaginär. Daher ist dieser Ring nicht möglich.

## 10. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $65^\circ \dots$ und $70^\circ \dots$

### A. Der Raumvierring.

Für denselben ist:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 35^\circ \dots}{\cos 32^\circ \dots} = -\frac{3}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 32^\circ \dots}{\cos 35^\circ \dots} = -\frac{2}{3}, \end{aligned}$$

und  $\alpha_1$  selbst entweder gleich  $133^\circ 29' 33''$ , dann muß sein:  $\alpha_2 = 228^\circ 44' 21''$ , oder  $\alpha_1 = 226^\circ 30' 27''$ , dann muß sein:  $\alpha_2 = 134^\circ 48' 39''$ .

### B. Die Raumsechsringe.

Die wahre Entfernung der Raumpunkte der heterogenen Ringe dieser Art ist gleich  $2\sqrt{3}$  für  $\angle 65^\circ \dots$ ,

$$+ \frac{1}{2}\sqrt{3} \quad \text{für } \angle 70^\circ \dots;$$

mithin gleich  $\frac{5}{3}\sqrt{3}$  und es wird:

und

$$p_1 = \frac{5}{2}\sqrt{3} \sin 32^\circ \dots = \frac{5}{3}\sqrt{2}$$

$$g_1 = \frac{5}{2}\sqrt{3} \cos 32^\circ \dots = \frac{5}{6}\sqrt{19}$$

$$p_2 = \frac{5}{2}\sqrt{3} \sin 35^\circ \dots = \frac{5}{2}$$

$$g_2 = \frac{5}{2}\sqrt{3} \cos 35^\circ \dots = \frac{5}{2}\sqrt{2}.$$

$$DE_1 = 2p_2 \text{ ist dann } = 5 \text{ und } DE_2 = 2p_1 = \frac{10}{3}\sqrt{2}.$$

Mit diesen Werten entstehen dann folgende beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I. } -10 &= -2\sqrt{114} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{114} \cos \beta_1 - 38 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 + 19 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ -10 &= -2\sqrt{114} \cos \beta_1 - 2\sqrt{114} \cos \gamma_1 - 38 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 + 19 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ -10 &= -2\sqrt{114} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{114} \cos \alpha_1 - 38 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 + 19 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{2}{37}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{57} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{6}{19}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{6}{19}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{2}{37}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{57} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{2}{37}\sqrt{114} \pm \frac{6}{19}\sqrt{19} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{18}{35}\sqrt{114} \pm \frac{1}{5}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -13 &= -9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 36 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 18 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -13 &= -9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 36 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 18 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -13 &= -9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 36 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 18 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \sqrt{2} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= -\frac{5}{18}\sqrt{6} \pm \frac{1}{9}. \end{aligned}$$

Der Sechsring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Sechseck bilden, ist bedingt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{2}{37}\sqrt{114} - \frac{2}{19}\sqrt{57}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{6}\sqrt{6} - \frac{1}{3}\sqrt{3}$  und zwar bedingt:

$$\begin{aligned} \alpha_{11b} &= 114^\circ 50' 18'' & \alpha_{21b} &= 248^\circ 48' 18'' \text{ und} \\ \alpha_{11b} &= 245 \quad 9 \quad 42 & \alpha_{21b} &= 111 \quad 11 \quad 42 \end{aligned}$$



## C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I.} \quad & -9 = -2\sqrt{38} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{38} \cos \beta_1 - 49 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ & -9 = -2\sqrt{38} \cos \beta_1 - 2\sqrt{38} \cos \gamma_1 - 49 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ & -9 = -2\sqrt{38} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{38} \cos \delta_1 - 49 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ & -9 = -2\sqrt{38} \cos \delta_1 - 2\sqrt{38} \cos \alpha_1 - 49 \sin \delta_1 \sin \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{3}{19}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{6}{19}\sqrt{49} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{6}{19}\sqrt{49} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{3}{19}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_{15} &= \pm \frac{3}{19}\sqrt{57} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{9}{76}\sqrt{38} \pm 1. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II.} \quad & -44 = -9\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{2} \cos \beta_2 - 48 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ & -44 = -9\sqrt{2} \cos \beta_2 - 9\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 48 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ & -44 = -9\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{2} \cos \delta_2 - 48 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ & -44 = -9\sqrt{2} \cos \delta_2 - 9\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 48 \sin \delta_2 \sin \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{2}\sqrt{2} \pm \frac{2}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{2}\sqrt{2} \pm \frac{1}{3}\sqrt{49} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{2}\sqrt{2} \pm \frac{1}{3}\sqrt{49} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{2}\sqrt{2} \pm \frac{2}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{25} &= \pm \frac{1}{2}\sqrt{6} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{11}{18}\sqrt{2} \pm 1. \end{aligned}$$

$\cos \alpha_{11b} = \frac{2}{19}\sqrt{38} - \frac{3}{19}\sqrt{38} = -\frac{1}{19}\sqrt{38}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{2}{3}\sqrt{2} = -\frac{1}{6}\sqrt{2}$  bestimmen den Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbbregelmäßiges Achteck bilden. Für denselben ist  $\alpha_{11b} = 108^\circ 56'$ , dann muß sein  $\alpha_{21b} = 256^\circ 22'$ , oder  $\alpha_{11b} = 254^\circ 4'$ , dann muß sein  $\alpha_{21b} = 103^\circ 38'$ .

## D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I.} \quad & -26 = -2\sqrt{114} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{114} \cos \beta_1 - 38 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 49 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ & -26 = -2\sqrt{114} \cos \beta_1 - 2\sqrt{114} \cos \gamma_1 - 38 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 49 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ & -26 = -2\sqrt{114} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{114} \cos \delta_1 - 38 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 49 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ & -26 = -2\sqrt{114} \cos \delta_1 - 2\sqrt{114} \cos \epsilon_1 - 38 \sin \delta_1 \sin \epsilon_1 - 49 \cos \delta_1 \cos \epsilon_1 \\ & -26 = -2\sqrt{114} \cos \epsilon_1 - 2\sqrt{114} \cos \eta_1 - 38 \sin \epsilon_1 \sin \eta_1 - 49 \cos \epsilon_1 \cos \eta_1 \\ & -26 = -2\sqrt{114} \cos \eta_1 - 2\sqrt{114} \cos \alpha_1 - 38 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 49 \cos \eta_1 \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{6}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{114} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{114} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{6}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{15} &= \frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{18}{19}\sqrt{114} \pm \frac{5}{9} \quad (\text{imag.}).\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{II. } -34 &= -9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 36 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 48 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -34 &= -9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 36 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 48 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -34 &= -9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{6} \cos \delta_2 - 36 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 48 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\ -34 &= -9\sqrt{6} \cos \delta_2 - 9\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 36 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 48 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\ -34 &= -9\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 9\sqrt{6} \cos \eta_2 - 36 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 48 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\ -34 &= -9\sqrt{6} \cos \eta_2 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 36 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 48 \cos \eta_2 \cos \alpha_2,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{4}{3} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{1}{9}\sqrt{114} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{1}{9}\sqrt{114} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{4}{3} \\ \cos \alpha_{25} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \sqrt{2} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{4}{18}\sqrt{6} \pm \frac{5}{9}\end{aligned}$$

Von diesen Werten bestimmen  $\cos \alpha_{11b} = \frac{2}{19}\sqrt{114} - \frac{6}{19}\sqrt{19}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{2}\sqrt{6} - \frac{4}{3}$  den Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbreghelmäßiges Zwölfeck bilden, dabei ist  $\alpha_{11b} = 104^\circ 37' 53''$ , wenn  $\alpha_{21b} = 263^\circ 46'$  und  $\alpha_{11b} = 255^\circ 22' 7''$ , wenn  $\alpha_{21b} = 96^\circ 14'$  ist.

## 11. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $31^\circ \dots$ und $70^\circ \dots$

### A. Der Raumvierring.

Derselbe ist bestimmt durch:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 35^\circ \dots}{\cos 15^\circ \dots} = -\frac{3}{5} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 15^\circ \dots}{\cos 35^\circ \dots} = -\frac{1}{3}\end{aligned}$$

und zwar muß sein  $\alpha_1 = 126^\circ 52'$ , dann ist  $\alpha_2 = 250^\circ 31' 46''$

oder  $\alpha_1 = 233^\circ 8'$  - - -  $\alpha_2 = 109^\circ 28' 44''$

### B. Die Raumsechsringe.

Die wahre Entfernung der Raumpunkte der heterogenen Raumringe dieser Art ist gleich  $\frac{7}{3}\sqrt{3}$  für den  $\angle 31^\circ \dots$

+  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$  - - -  $\angle 70^\circ \dots$ ,

mithin gleich  $4\sqrt{3}$ . Alsdann ist:

$$p_1 = 4\sqrt{3} \sin 45^\circ \dots = \frac{4}{3}\sqrt{2}$$

$$g_1 = 4\sqrt{3} \cos 45^\circ \dots = \frac{2}{3}^0$$

und

$$p_2 = 4\sqrt{3} \sin 35^\circ \dots = 4$$

$$g_2 = 4\sqrt{3} \cos 35^\circ \dots = 4\sqrt{2}.$$

$$DE_1 = 2p_2 = 8 \text{ und } DE_2 = 2p_1 = \frac{8}{3}\sqrt{2}.$$

Diese Werte liefern folgende Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I. } -46 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 50 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 + 25 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ -46 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 50 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 + 25 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ -46 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 50 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 + 25 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{5}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5}\sqrt{2} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5}\sqrt{2} \quad - \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{5}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5} \quad - \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{9}{95}\sqrt{6} \pm \frac{1}{19}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -37 &= -9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 36 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 18 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -37 &= -9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 36 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 18 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -37 &= -9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 36 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 18 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{5}{3}\sqrt{2} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{5}{3}\sqrt{2} \quad - \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \sqrt{2} \quad - \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{1}{8}\sqrt{6} \pm \frac{1}{9} \quad - \end{aligned}$$

Der Sechsring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbreghelmäßiges Sechseck bilden, wird bestimmt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{2}{5}\sqrt{3}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{6}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3}$ , und zwar ist:

$$\begin{aligned} \text{für } \alpha_{11b} &= 124^\circ 58' 24'' & \alpha_{21b} &= 271^\circ 20' 17'' \\ \text{und } -\alpha_{11b} &= 238 \quad 1 \quad 36 & -\alpha_{21b} &= 88 \quad 39 \quad 43 \end{aligned}$$

### C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } -9 &= -5\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 5\sqrt{2} \cos \beta_1 - 25 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ -9 &= -5\sqrt{2} \cos \beta_1 - 5\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 25 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -9 &= -5\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 5\sqrt{2} \cos \delta_1 - 25 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ -9 &= -5\sqrt{2} \cos \delta_1 - 5\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 25 \sin \delta_1 \sin \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{3}{5}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{6}{5} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{6}{5} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{3}{5}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{15} &= \pm \frac{3}{5}\sqrt{3} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{2}{10}\sqrt{2} \pm 1. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -23 &= -9\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{2} \cos \beta_2 - 48 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ -23 &= -9\sqrt{2} \cos \beta_2 - 9\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 48 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ -23 &= -9\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{2} \cos \delta_2 - 48 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ -23 &= -9\sqrt{2} \cos \delta_2 - 9\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 48 \sin \delta_2 \sin \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{2}\sqrt{2} \pm \frac{1}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{2}\sqrt{2} \pm \frac{5}{3} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{2}\sqrt{2} \pm \frac{5}{3} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{2}\sqrt{2} \pm \frac{1}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{25} &= \pm \frac{1}{2}\sqrt{6} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{2}{18}\sqrt{2} \pm 1. \end{aligned}$$

Für den Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbbregelmäßiges Achteck bilden, ist  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{5}\sqrt{2} - \frac{3}{5}\sqrt{2} = -\frac{2}{5}\sqrt{2}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{1}{3}\sqrt{2} = +\frac{1}{6}\sqrt{2}$  und zwar bedingt

$$\begin{aligned} \alpha_{11b} &= 124^\circ 27' & \alpha_{21b} &= 283^\circ 38' \\ \text{und } \alpha_{11b} &= 235^\circ 33' & \alpha_{21b} &= 76^\circ 22' \end{aligned}$$

#### D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } -20 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 50 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 25 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ -20 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 50 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 25 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ -20 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 5\sqrt{6} \cos \delta_1 - 50 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 25 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ -20 &= -5\sqrt{6} \cos \delta_1 - 5\sqrt{6} \cos \varepsilon_1 - 50 \sin \delta_1 \sin \varepsilon_1 - 25 \cos \delta_1 \cos \varepsilon_1 \\ -20 &= -5\sqrt{6} \cos \varepsilon_1 - 5\sqrt{6} \cos \eta_1 - 50 \sin \varepsilon_1 \sin \eta_1 - 25 \cos \varepsilon_1 \cos \eta_1 \\ -20 &= -5\sqrt{6} \cos \eta_1 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 50 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 25 \cos \eta_1 \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}
\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5} \\
\cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{5}\sqrt{3} \\
\cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{5}\sqrt{3} \\
\cos \alpha_{14} &= \frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5} \\
\cos \alpha_{15} &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5} \text{ (imag.)} \\
\cos \alpha_{16} &= -\frac{9}{19}\sqrt{6} \pm \frac{26}{19}.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{II. } -55 &= -9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 36 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 48 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\
-55 &= -9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 36 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 48 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\
-55 &= -9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{6} \cos \delta_2 - 36 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 48 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\
-55 &= -9\sqrt{6} \cos \delta_2 - 9\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 36 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 48 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\
-55 &= -9\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 9\sqrt{6} \cos \eta_2 - 36 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 48 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\
-55 &= -9\sqrt{6} \cos \eta_2 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 36 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 48 \cos \eta_2 \cos \alpha_2,
\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}
\cos \alpha_{21} &= \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3} \\
\cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{5}{9}\sqrt{6} \\
\cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{5}{9}\sqrt{6} \\
\cos \alpha_{24} &= \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3} \\
\cos \alpha_{25} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \sqrt{2} \text{ (imag.)} \\
\cos \alpha_{26} &= \frac{73}{18}\sqrt{6} \pm \frac{89}{9}.
\end{aligned}$$

Für den Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbreghelmäßiges Zwölfeck bilden, ist  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{5}\sqrt{6} - \frac{6}{5}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{2}\sqrt{6} - \frac{2}{3}$  und zwar ist

$$\begin{aligned}
&\text{für } \alpha_{11b} = 134^\circ 42' 37'' \quad \alpha_{21b} = 303^\circ 55' 22'' \\
&\text{und } \alpha_{11b} = 225^\circ 47' 23'' \quad \alpha_{21b} = 56^\circ 4' 38''
\end{aligned}$$

## 12. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $22^\circ \dots$ und $70^\circ \dots$

### A. Der Raumvierring.

Für denselben ist:

$$\begin{aligned}
\cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 35^\circ \dots}{\cos 44^\circ \dots} = -\frac{3}{25}\sqrt{26} \\
\cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 44^\circ \dots}{\cos 35^\circ \dots} = -\frac{1}{6}\sqrt{2}
\end{aligned}$$

und  $\alpha_1$  entweder gleich  $126^\circ 2' 24''$ , dann muß sein  $\alpha_2 = 256^\circ 22'$ ,  
oder  $\alpha_1 = 233^\circ 57' 36''$ , dann muß sein  $\alpha_2 = 103^\circ 38'$ .

### B. Die Raumsechsringe.

Die wahre Entfernung der Raumpunkte der heterogenen Ringe dieser Art ist gleich  $\frac{7}{2}\sqrt{3}$  für  $\angle 22^\circ \dots$ ,  
vermehrt um  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$  „  $\angle 70^\circ \dots$ ,



mithin gleich  $4\sqrt{3}$ . Dann wird:

$$p_1 = 4\sqrt{3} \sin 44^\circ \dots = \frac{4}{3}$$

$$g_1 = 4\sqrt{3} \cos 44^\circ \dots = \frac{4}{3}\sqrt{26}$$

und

$$p_2 = 4\sqrt{3} \sin 35^\circ \dots = 4$$

$$g_2 = 4\sqrt{3} \cos 35^\circ \dots = 4\sqrt{2},$$

$$DE_1 = 2p_2 \text{ wird gleich } 8 \text{ und } DE_2 = 2p_1 = \frac{8}{3}.$$

Daraus entstehen folgende beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I. } -47 &= -\sqrt{78} \cos \alpha_1 - \sqrt{78} \cos \beta_1 - 52 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 + 26 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ -47 &= -\sqrt{78} \cos \beta_1 - \sqrt{78} \cos \gamma_1 - 52 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 + 26 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ -47 &= -\sqrt{78} \cos \gamma_1 - \sqrt{78} \cos \alpha_1 - 52 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 + 26 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1. \end{aligned}$$

Deren Auflösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{1}{13}\sqrt{78} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{6}{13}\sqrt{43} \} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{6}{13}\sqrt{43} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{1}{13}\sqrt{78} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{3}{13}\sqrt{26} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{9}{23 \cdot 26}\sqrt{78} \pm \frac{1}{23}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -44 &= -9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 36 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 48 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -44 &= -9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 36 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 48 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -44 &= -9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 36 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 48 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2. \end{aligned}$$

Deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{3}{3}\sqrt{43} \} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{3}{3}\sqrt{43} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \sqrt{2} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{2}{18}\sqrt{6} \pm \frac{1}{9} \text{ (imag.)} \end{aligned}$$

Der Sechsring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbreghelmäßiges Sechseck bilden, ist bestimmt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{78}\sqrt{78} - \frac{1}{13}\sqrt{78} = -\frac{1}{78}\sqrt{78}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{6}\sqrt{6} - \frac{1}{3}\sqrt{6} = \frac{1}{18}\sqrt{6}$  und zwar ist

$$\begin{aligned} \text{für } \alpha_{11b} &= 124^\circ 8' 47'' & \alpha_{21b} &= 277^\circ 49' 17'' \\ \text{und für } \alpha_{11b} &= 235^\circ 54' 43'' & \alpha_{21b} &= 82^\circ 40' 43''. \end{aligned}$$

## C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } & -9 = -\sqrt{26} \cos \alpha_1 - \sqrt{26} \cos \beta_1 - 26 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ & -9 = -\sqrt{26} \cos \beta_1 - \sqrt{26} \cos \gamma_1 - 26 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ & -9 = -\sqrt{26} \cos \gamma_1 - \sqrt{26} \cos \delta_1 - 26 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ & -9 = -\sqrt{26} \cos \delta_1 - \sqrt{26} \cos \alpha_1 - 26 \sin \delta_1 \sin \alpha_1. \end{aligned}$$

Deren Auflösungen sind;

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \frac{3}{13} \sqrt{13} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \frac{3}{13} \sqrt{26} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \frac{3}{13} \sqrt{26} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \frac{3}{13} \sqrt{13} \\ \cos \alpha_{15} &= \pm \frac{3}{26} \sqrt{78} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{9}{26} \sqrt{26} \pm 4. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } & -25 = -9\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{2} \cos \beta_2 - 18 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ & -25 = -9\sqrt{2} \cos \beta_2 - 9\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 18 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ & -25 = -9\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{2} \cos \delta_2 - 18 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ & -25 = -9\sqrt{2} \cos \delta_2 - 9\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 18 \sin \delta_2 \sin \alpha_2. \end{aligned}$$

Deren Auflösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{2} \sqrt{2} \pm \frac{1}{3} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{2} \sqrt{2} \pm \frac{1}{3} \sqrt{26} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{2} \sqrt{2} \pm \frac{1}{3} \sqrt{26} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{2} \sqrt{2} \pm \frac{1}{3} \\ \cos \alpha_{25} &= \pm \frac{1}{2} \sqrt{6} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{25}{18} \sqrt{2} \pm 4. \end{aligned}$$

$\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{26} \sqrt{26} - \frac{3}{13} \sqrt{13}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{2} \sqrt{2} - \frac{1}{3}$  bestimmen den Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbreghelmäßiges Achteck bilden; für diesen sind die Winkel selbst:

$$\begin{aligned} \alpha_{11b} &= 129^\circ 29' 20'', \quad \text{dann muß sein } \alpha_{21b} = 291^\circ 56' 55'' \\ \text{oder } \alpha_{11b} &= 230 \quad 30 \quad 40, \quad - \quad - \quad - \quad \alpha_{21b} = 68 \quad 3 \quad 5. \end{aligned}$$

## D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } & -49 = -\sqrt{78} \cos \alpha_1 - \sqrt{78} \cos \beta_1 - 52 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 26 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ & -49 = -\sqrt{78} \cos \beta_1 - \sqrt{78} \cos \gamma_1 - 52 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 26 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ & -49 = -\sqrt{78} \cos \gamma_1 - \sqrt{78} \cos \delta_1 - 52 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 26 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ & -49 = -\sqrt{78} \cos \delta_1 - \sqrt{78} \cos \epsilon_1 - 52 \sin \delta_1 \sin \epsilon_1 - 26 \cos \delta_1 \cos \epsilon_1 \\ & -49 = -\sqrt{78} \cos \epsilon_1 - \sqrt{78} \cos \eta_1 - 52 \sin \epsilon_1 \sin \eta_1 - 26 \cos \epsilon_1 \cos \eta_1 \\ & -49 = -\sqrt{78} \cos \eta_1 - \sqrt{78} \cos \alpha_1 - 52 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 26 \cos \eta_1 \cos \alpha_1. \end{aligned}$$

Deren Auflösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{3}{13}\sqrt{26} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{3}{13}\sqrt{39} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{3}{13}\sqrt{39} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{3}{13}\sqrt{26} \\ \cos \alpha_{15} &= \frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{3}{13}\sqrt{26} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{45}{23 \cdot 26}\sqrt{78} \pm \frac{22}{23}.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{II. } -59 &= -9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 36 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 48 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -59 &= -9\sqrt{6} \cos \beta_2 - 9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 36 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 48 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -59 &= -9\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 9\sqrt{6} \cos \delta_2 - 36 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 48 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\ -59 &= -9\sqrt{6} \cos \delta_2 - 9\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 36 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 48 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\ -59 &= -9\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 9\sqrt{6} \cos \eta_2 - 36 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 48 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\ -59 &= -9\sqrt{6} \cos \eta_2 - 9\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 36 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 48 \cos \eta_2 \cos \alpha_2.\end{aligned}$$

Deren Auflösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{39} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{39} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{25} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \sqrt{2} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{77}{18}\sqrt{6} \pm \frac{8}{9}.\end{aligned}$$

Die Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{26}\sqrt{78} - \frac{3}{13}\sqrt{26}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{2}\sqrt{6} - \frac{1}{3}\sqrt{2}$  bestimmen den Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbbregelmäßiges Zwölfeck bilden. Die Winkel selbst sind:

$$\begin{aligned}\alpha_{11b} &= 137^\circ 43' 33'', \text{ dann muß sein } \alpha_{21b} = 344^\circ 6' 49'' \\ \text{oder } \alpha_{11b} &= 222^\circ 16' 27'', \quad \alpha_{21b} = 48^\circ 53' 44''\end{aligned}$$

### 13. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $38^\circ \dots$ und $65^\circ \dots$ .

#### A. Der Raumvierring.

Derselbe ist bestimmt durch:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 32^\circ \dots}{\cos 49^\circ \dots} = -\frac{1}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 49^\circ \dots}{\cos 32^\circ \dots} = -\frac{3}{57}\sqrt{57}\end{aligned}$$

und  $\alpha_1$  selbst gleich  $125^\circ 45' 53''$ , dann muß  $\alpha_2 = 246^\circ 35' 45''$  sein, oder  $\alpha_1$  gleich  $234^\circ 44' 7''$ , dann muß  $\alpha_2 = 443^\circ 24' 45''$  sein.

## B. Die Raumsechsringe.

Die wahre Entfernung der Raumpunkte der heterogenen Ringe dieser Art ist gleich:  $2\sqrt{3}$  für  $\angle 38^\circ \dots$

vermehrt um:  $2\sqrt{3}$  für  $\angle 65^\circ \dots$ ;

mithin gleich  $4\sqrt{3}$ . Diese liefert:

$$p_1 = 4\sqrt{3} \sin 49^\circ \dots \frac{4}{3}\sqrt{3}$$

$$g_1 = 4\sqrt{3} \cos 49^\circ \dots \frac{8}{3}\sqrt{6},$$

und

$$p_2 = 4\sqrt{3} \sin 32^\circ \dots = \frac{8}{3}\sqrt{2}$$

$$g_2 = 4\sqrt{3} \cos 32^\circ \dots = \frac{4}{3}\sqrt{49}.$$

$$DE_1 = 2p_2 \text{ wird gleich } \frac{16}{3}\sqrt{2} \text{ und } DE_2 = 2p_1 = \frac{8}{3}\sqrt{3}.$$

Diese Werte liefern folgende beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I. } & -49 = -6\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 6\sqrt{6} \cos \beta_1 - 48 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 + 24 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ & -49 = -6\sqrt{6} \cos \beta_1 - 6\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 48 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 + 24 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ & -49 = -6\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 6\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 48 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 + 24 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\cos \alpha_{11} = \frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}$$

$$\cos \alpha_{12} = -\frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{1}{6}\sqrt{444} \quad (\text{imag.})$$

$$\cos \alpha_{13} = -\frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{1}{6}\sqrt{444} \quad -$$

$$\cos \alpha_{14} = \frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}$$

$$\cos \alpha_{15} = -\frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{2}\sqrt{6} \quad (\text{imag.})$$

$$\cos \alpha_{16} = \frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}.$$

$$\begin{aligned} \text{II. } & -34 = -2\sqrt{444} \cos \alpha_2 - 2\sqrt{444} \cos \beta_2 - 38 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 19 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ & -34 = -2\sqrt{444} \cos \beta_2 - 2\sqrt{444} \cos \gamma_2 - 38 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 19 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ & -34 = -2\sqrt{444} \cos \gamma_2 - 2\sqrt{444} \cos \alpha_2 - 38 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 19 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\cos \alpha_{21} = \frac{2}{57}\sqrt{444} \pm \frac{2}{19}\sqrt{49}$$

$$\cos \alpha_{22} = -\frac{2}{19}\sqrt{444} \pm \frac{4}{19}\sqrt{444} \quad (\text{imag.})$$

$$\cos \alpha_{23} = -\frac{2}{19}\sqrt{444} \pm \frac{4}{19}\sqrt{444} \quad -$$

$$\cos \alpha_{24} = \frac{2}{57}\sqrt{444} \pm \frac{2}{19}\sqrt{49}$$

$$\cos \alpha_{25} = -\frac{2}{57}\sqrt{444} \pm \frac{6}{19}\sqrt{49} \quad (\text{imag.})$$

$$\cos \alpha_{26} = \frac{6}{19}\sqrt{444} \pm 2 \quad -$$

Der Sechsring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbgelmäßiges Sechseck bilden, wird bestimmt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{12}\sqrt{6} - \frac{2}{3}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{2}{57}\sqrt{444} - \frac{2}{19}\sqrt{49}$  und zwar bedingt:

$$\alpha_{11b} = 117^{\circ} 33' \quad \alpha_{21b} = 265^{\circ} 40' 42''$$

$$\alpha_{11b} = 242 \ 27 \quad \alpha_{21b} = 94 \ 49 \ 48.$$

### C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I.} \quad & -11 = -6\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 6\sqrt{2} \cos \beta_1 - 24 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ & -11 = -6\sqrt{2} \cos \beta_1 - 6\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 24 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ & -11 = -6\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 6\sqrt{2} \cos \delta_1 - 24 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ & -11 = -6\sqrt{2} \cos \delta_1 - 6\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 24 \sin \delta_1 \sin \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Auflösung ergibt:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{1}{3}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{1}{6}\sqrt{57} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{1}{6}\sqrt{57} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{1}{3}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{15} &= \pm \frac{2}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{1}{2}\sqrt{2} \pm 1. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II.} \quad & -21 = -2\sqrt{38} \cos \alpha_2 - 2\sqrt{38} \cos \beta_2 - 49 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ & -21 = -2\sqrt{38} \cos \beta_2 - 2\sqrt{38} \cos \gamma_2 - 49 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ & -21 = -2\sqrt{38} \cos \gamma_2 - 2\sqrt{38} \cos \delta_2 - 49 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ & -21 = -2\sqrt{38} \cos \delta_2 - 2\sqrt{38} \cos \alpha_2 - 49 \sin \delta_2 \sin \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{1}{19}\sqrt{114} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{4}{19}\sqrt{57} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{4}{19}\sqrt{57} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{1}{19}\sqrt{114} \\ \cos \alpha_{25} &= \pm \frac{3}{19}\sqrt{57} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{2}{76}\sqrt{38} \pm 1. \end{aligned}$$

Für den Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbbregelmäßiges Achteck bilden, ist  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{3}\sqrt{6}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{2}{19}\sqrt{38} - \frac{1}{19}\sqrt{114}$  und zwar bedingt:

$$\alpha_{11b} = 117^{\circ} 34' 37'' \quad \alpha_{21b} = 274^{\circ} 59' 42''$$

$$\alpha_{11b} = 242 \ 25 \ 23 \quad \alpha_{21b} = 85 \ 0 \ 48$$

### D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I.} \quad & -25 = -6\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 6\sqrt{6} \cos \beta_1 - 48 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 24 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ & -23 = -6\sqrt{6} \cos \beta_1 - 6\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 48 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 24 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 -25 &= -6\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 6\sqrt{6} \cos \delta_1 - 48 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 24 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\
 -25 &= -6\sqrt{6} \cos \delta_1 - 6\sqrt{6} \cos \varepsilon_1 - 48 \sin \delta_1 \sin \varepsilon_1 - 24 \cos \delta_1 \cos \varepsilon_1 \\
 -25 &= -6\sqrt{6} \cos \varepsilon_1 - 6\sqrt{6} \cos \eta_1 - 48 \sin \varepsilon_1 \sin \eta_1 - 24 \cos \varepsilon_1 \cos \eta_1 \\
 -25 &= -6\sqrt{6} \cos \eta_1 - 6\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 48 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 24 \cos \eta_1 \cos \alpha_1,
 \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}
 \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} \\
 \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{6}\sqrt{38} \\
 \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{6}\sqrt{38} \\
 \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} \\
 \cos \alpha_{15} &= \frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{6} \quad (\text{imag.}) \\
 \cos \alpha_{16} &= -\frac{4}{60}\sqrt{6} \pm \frac{3}{15}.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{II. } -50 &= 2\sqrt{114} \cos \alpha_2 - 2\sqrt{114} \cos \beta_2 - 38 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 49 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\
 -50 &= -2\sqrt{114} \cos \beta_2 - 2\sqrt{114} \cos \gamma_2 - 38 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 49 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\
 -50 &= -2\sqrt{114} \cos \gamma_2 - 2\sqrt{114} \cos \delta_2 - 38 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 49 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\
 -50 &= -2\sqrt{114} \cos \delta_2 - 2\sqrt{114} \cos \varepsilon_2 - 38 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 49 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\
 -50 &= -2\sqrt{114} \cos \varepsilon_2 - 2\sqrt{114} \cos \eta_2 - 38 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 49 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\
 -50 &= -2\sqrt{114} \cos \eta_2 - 2\sqrt{114} \cos \alpha_2 - 38 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 49 \cos \eta_2 \cos \alpha_2.
 \end{aligned}$$

Deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}
 \cos \alpha_{21} &= \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{57} \\
 \cos \alpha_{22} &= -\frac{2}{37}\sqrt{114} \pm \frac{4}{19}\sqrt{38} \\
 \cos \alpha_{23} &= -\frac{2}{37}\sqrt{114} \pm \frac{4}{19}\sqrt{38} \\
 \cos \alpha_{24} &= \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{57} \\
 \cos \alpha_{25} &= \frac{2}{37}\sqrt{114} \pm \frac{6}{19}\sqrt{19} \quad (\text{imag.}) \\
 \cos \alpha_{26} &= \frac{2 \cdot 69}{5 \cdot 49} \sqrt{114} \pm \frac{74}{5}.
 \end{aligned}$$

Für den Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbreghelmäßiges Zwölfeck bilden, ist  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{4}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{2}{19}\sqrt{114} - \frac{2}{19}\sqrt{57}$  und zwar ist

$$\alpha_{11b} = 122^\circ 50' 32'', \text{ wenn } \alpha_{21b} = 289^\circ 43' 49'' \text{ ist}$$

$$\text{und } \alpha_{11b} = 237 \quad 9 \quad 28 \quad - \quad \alpha_{21b} = 70 \quad 46 \quad 44 \quad -.$$

#### 14. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $31^\circ \dots$ und $65^\circ \dots$

##### A. Der Raumvierring.

Für denselben ist:

$$\begin{aligned}
 \cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 32^\circ \dots}{\cos 45^\circ \dots} = -\frac{2}{3}\sqrt{2} \\
 \cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 45^\circ \dots}{\cos 32^\circ \dots} = -\frac{1}{19}\sqrt{38}
 \end{aligned}$$

und  $\alpha_1 = 124^\circ 27'$ , dann muß sein  $\alpha_2 = 251^\circ 4'$   
 oder  $\alpha_1 = 235^\circ 33'$  — — — — —  $\alpha_2 = 108^\circ 56'$

### B. Die Raumsechsringe.

Die wahre Entfernung der Raumpunkte der heterogenen Ringe dieser Art ist gleich  $\frac{7}{2}\sqrt{3}$  für  $\angle 34^\circ \dots$ ,  
 vermehrt um  $2\sqrt{3}$  —  $\angle 65^\circ \dots$ ,  
 mithin gleich  $\frac{11}{2}\sqrt{3}$ . Alsdann wird:

$$p_1 = \frac{11}{2}\sqrt{3} \sin 45^\circ \dots = \frac{11}{6}\sqrt{2}$$

$$g_1 = \frac{11}{2}\sqrt{3} \cos 45^\circ \dots = \frac{11}{6}$$

und

$$p_2 = \frac{11}{2}\sqrt{3} \sin 32^\circ \dots = \frac{11}{3}\sqrt{2}$$

$$g_2 = \frac{11}{2}\sqrt{3} \cos 32^\circ \dots = \frac{11}{6}\sqrt{19}.$$

$$DE_1 = 2p_2 \text{ wird gleich } \frac{22}{3}\sqrt{2} \text{ und } DE_2 = 2p_1 = \frac{11}{3}\sqrt{2}.$$

Daraus entstehen folgende beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I. } -20 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 50 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 + 25 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ -20 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 50 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 + 25 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ -20 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 50 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 + 25 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1. \end{aligned}$$

Deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{4}{15}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{2}{5}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{2}{5}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{4}{15}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{14}{15}. \end{aligned} \quad (\text{imag.})$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -38 &= -2\sqrt{114} \cos \alpha_2 - 2\sqrt{114} \cos \beta_2 - 38 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 19 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -38 &= -2\sqrt{114} \cos \beta_2 - 2\sqrt{114} \cos \gamma_2 - 38 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 19 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -38 &= -2\sqrt{114} \cos \gamma_2 - 2\sqrt{114} \cos \alpha_2 - 38 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 19 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2. \end{aligned}$$

Deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{2}{57}\sqrt{114} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{10}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{10}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{2}{57}\sqrt{114} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{6}{19}\sqrt{19} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{14}{57} \quad (\text{imag.}). \end{aligned} \quad (\text{imag.})$$

$$\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{4}{15}\sqrt{6} = -\frac{1}{5}\sqrt{6} \text{ und } \cos \alpha_{21b} = \frac{2}{57}\sqrt{114} - \frac{2}{57}\sqrt{114} = 0$$

bestimmen den Sechsring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Sechseck bilden, und zwar ist

$$\begin{aligned} \alpha_{11b} &= 119^{\circ} 20', \text{ wenn } \alpha_{21b} = 270^{\circ} \\ \text{oder } \alpha_{11b} &= 240 \text{ } 40 \quad - \quad \alpha_{21b} = 90 \text{ ist.} \end{aligned}$$

### C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } -11 &= -5\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 5\sqrt{2} \cos \beta_1 - 25 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ -11 &= -5\sqrt{2} \cos \beta_1 - 5\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 25 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ -11 &= -5\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 5\sqrt{2} \cos \delta_1 - 25 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ -11 &= -5\sqrt{2} \cos \delta_1 - 5\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 25 \sin \delta_1 \sin \alpha_1. \end{aligned}$$

Deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{4}{5} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{1}{5}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{1}{5}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{4}{5} \\ \cos \alpha_{15} &= \pm \frac{3}{5}\sqrt{3} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{1}{10}\sqrt{2} \pm 1. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -23 &= -2\sqrt{38} \cos \alpha_2 - 2\sqrt{38} \cos \beta_2 - 19 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ -23 &= -2\sqrt{38} \cos \beta_2 - 2\sqrt{38} \cos \gamma_2 - 19 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ -23 &= -2\sqrt{38} \cos \gamma_2 - 2\sqrt{38} \cos \delta_2 - 19 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ -23 &= -2\sqrt{38} \cos \delta_2 - 2\sqrt{38} \cos \alpha_2 - 19 \sin \delta_2 \sin \alpha_2. \end{aligned}$$

Deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{2}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{22} &= \pm \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{5}{19}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_{23} &= \pm \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{5}{19}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{2}{19}\sqrt{38} \pm \frac{2}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{25} &= \pm \frac{3}{19}\sqrt{57} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{2}{7}\frac{3}{5}\sqrt{38} \pm 1. \end{aligned}$$

Die Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{5}\sqrt{2} - \frac{4}{5}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{2}{19}\sqrt{38} - \frac{2}{19}\sqrt{19}$  bestimmen den Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Achteck bilden, und zwar ist

$$\begin{aligned} \alpha_{11b} &= 121^{\circ} 8' 30'', \text{ wenn } \alpha_{21b} = 259^{\circ} 2' 42'' \\ \text{und } \alpha_{11b} &= 238 \text{ } 54 \text{ } 30 \quad - \quad \alpha_{21b} = 100 \text{ } 57 \text{ } 18 \text{ ist.} \end{aligned}$$

## D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } -24 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 50 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 25 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ -24 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 50 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 25 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ -24 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 5\sqrt{6} \cos \delta_1 - 50 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 25 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ -24 &= -5\sqrt{6} \cos \delta_1 - 5\sqrt{6} \cos \varepsilon_1 - 50 \sin \delta_1 \sin \varepsilon_1 - 25 \cos \delta_1 \cos \varepsilon_1 \\ -24 &= -5\sqrt{6} \cos \varepsilon_1 - 5\sqrt{6} \cos \eta_1 - 50 \sin \varepsilon_1 \sin \eta_1 - 25 \cos \varepsilon_1 \cos \eta_1 \\ -24 &= -5\sqrt{6} \cos \eta_1 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 50 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 25 \cos \eta_1 \cos \alpha_1. \end{aligned}$$

Deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{4}{5}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{15}\sqrt{57} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{15}\sqrt{57} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{4}{5}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{15} &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{6}{15} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{4}{9}\sqrt{6} \pm \frac{3}{9}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -54 &= -2\sqrt{114} \cos \alpha_2 - 2\sqrt{114} \cos \beta_2 - 38 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 19 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -54 &= -2\sqrt{114} \cos \beta_2 - 2\sqrt{114} \cos \gamma_2 - 38 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 19 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -54 &= -2\sqrt{114} \cos \gamma_2 - 2\sqrt{114} \cos \delta_2 - 38 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 19 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\ -54 &= -2\sqrt{114} \cos \delta_2 - 2\sqrt{114} \cos \varepsilon_2 - 38 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 19 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\ -54 &= -2\sqrt{114} \cos \varepsilon_2 - 2\sqrt{114} \cos \eta_2 - 38 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 19 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\ -54 &= -2\sqrt{114} \cos \eta_2 - 2\sqrt{114} \cos \alpha_2 - 38 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 19 \cos \eta_2 \cos \alpha_2. \end{aligned}$$

Deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{19}{57}\sqrt{57} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{19}{57}\sqrt{57} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{38} \\ \cos \alpha_{25} &= \frac{2}{57}\sqrt{114} \pm \frac{6}{19}\sqrt{19} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{14}{95}\sqrt{114} \pm \frac{7}{5}. \end{aligned}$$

Die Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{5}\sqrt{6} - \frac{4}{5}\sqrt{2}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{2}{19}\sqrt{114} - \frac{2}{19}\sqrt{38}$  bestimmen den Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbbregelmäßiges Zwölfeck bilden, und zwar ist

$$\begin{aligned} \alpha_{11b} &= 129^\circ 53' 40'', \text{ wenn } \alpha_{21b} = 298^\circ 24' 43 \text{ und} \\ \alpha_{11b} &= 230 \quad 6 \quad 20 \quad - \quad \alpha_{21b} = 64 \quad 38 \quad 17 \text{ ist.} \end{aligned}$$

15. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln  $22^\circ \dots$  und  $65^\circ \dots$ .

A. Der Raumvierring.

Derselbe ist bestimmt durch:

$$\cos \alpha_1 = -\frac{\sin 32^\circ \dots}{\cos 44^\circ \dots} = -\frac{2}{13}\sqrt{13}$$

$$\cos \alpha_2 = -\frac{\sin 44^\circ \dots}{\cos 32^\circ \dots} = -\frac{1}{19}\sqrt{19}$$

und  $\alpha_1$  selbst gleich  $423^\circ 44' 25''$ , dann ist  $\alpha_2 = 256^\circ 44' 43''$   
oder  $\alpha_1 = 236^\circ 48' 35''$ , dann ist  $\alpha_2 = 403^\circ 45' 47''$ .

B. Die Raumsechsringe.

Die wahre Entfernung der Raumpunkte der heterogenen Ringe dieser Art ist gleich  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$  für  $\angle 22^\circ \dots$ ,

vermehrt um  $2\sqrt{3}$  -  $\angle 65^\circ \dots$ ,

mithin gleich  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$ . Alsdann wird:

$$p_1 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \sin 44^\circ \dots = \frac{1}{6}$$

$$g_1 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \cos 44^\circ \dots = \frac{1}{6}\sqrt{26}$$

und

$$p_2 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \sin 32^\circ \dots = \frac{1}{3}\sqrt{2}$$

$$g_2 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \cos 32^\circ \dots = \frac{1}{6}\sqrt{19}.$$

$$DE_1 = 2p_2 \text{ wird gleich } \frac{2}{3}\sqrt{3} \text{ und } DE_2 = 2p_1 = \frac{1}{3}.$$

Diese Werte liefern folgende beide Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I} \quad -24 &= -\sqrt{78} \cos \alpha_1 - \sqrt{78} \cos \beta_1 - 52 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 + 26 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ -24 &= -\sqrt{78} \cos \beta_1 - \sqrt{78} \cos \gamma_1 - 52 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 + 26 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ -24 &= -\sqrt{78} \cos \gamma_1 - \sqrt{78} \cos \alpha_1 - 52 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 + 26 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1. \end{aligned}$$

Deren Auflösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{4}{39}\sqrt{39} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{1}{13}\sqrt{19 \cdot 26} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{1}{13}\sqrt{19 \cdot 26} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{4}{39}\sqrt{39} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{3}{13}\sqrt{26} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{5}{23 \cdot 26} \sqrt{78} \pm \frac{1}{23}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II.} \quad -42 &= -2\sqrt{114} \cos \alpha_2 - 2\sqrt{114} \cos \beta_2 - 38 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 49 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -42 &= -2\sqrt{114} \cos \beta_2 - 2\sqrt{114} \cos \gamma_2 - 38 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 49 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -42 &= -2\sqrt{114} \cos \gamma_2 - 2\sqrt{114} \cos \alpha_2 - 38 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 49 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2, \end{aligned}$$



deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \frac{2}{57} \sqrt{114} \pm \frac{2}{57} \sqrt{57} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{2}{19} \sqrt{114} \pm \frac{2}{19} \sqrt{26 \cdot 49} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{2}{19} \sqrt{114} \pm \frac{2}{19} \sqrt{26 \cdot 49} \quad - \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{2}{57} \sqrt{114} \pm \frac{2}{57} \sqrt{57} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{2}{57} \sqrt{114} \pm \frac{6}{19} \sqrt{49} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{4}{95} \sqrt{114} \pm \frac{1}{5} \quad -\end{aligned}$$

Die Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{73} \sqrt{78} - \frac{4}{39} \sqrt{39}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{2}{57} \sqrt{114} - \frac{2}{57} \sqrt{57}$  bestimmen den Sechsring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbbregelmäßiges Sechseck bilden, und zwar ist:

$$\begin{aligned}\alpha_{11b} &= 121^{\circ} 53' 18'', \text{ wenn } \alpha_{21b} = 276^{\circ} 18' \text{ und} \\ \alpha_{11b} &= 238 \quad 6 \quad 42 \quad - \quad \alpha_{21b} = 83 \quad 42 \quad \text{ist.}\end{aligned}$$

### C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned}\text{I.} \quad & -44 = -\sqrt{26} \cos \alpha_1 - \sqrt{26} \cos \beta_1 - 26 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ & -44 = -\sqrt{26} \cos \beta_1 - \sqrt{26} \cos \gamma_1 - 26 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ & -44 = -\sqrt{26} \cos \gamma_1 - \sqrt{26} \cos \delta_1 - 26 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ & -44 = -\sqrt{26} \cos \delta_1 - \sqrt{26} \cos \alpha_1 - 26 \sin \delta_1 \sin \alpha_1,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \frac{2}{13} \sqrt{26} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \frac{1}{13} \sqrt{13 \cdot 49} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \frac{1}{13} \sqrt{13 \cdot 49} \quad - \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{26} \sqrt{26} \pm \frac{2}{13} \sqrt{26} \\ \cos \alpha_{15} &= \pm \frac{3}{26} \sqrt{78} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{11}{26} \sqrt{26} \pm 1.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{II.} \quad & -25 = -2\sqrt{38} \cos \alpha_2 - 2\sqrt{38} \cos \beta_2 - 49 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ & -25 = -2\sqrt{38} \cos \beta_2 - 2\sqrt{38} \cos \gamma_2 - 49 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ & -25 = -2\sqrt{38} \cos \gamma_2 - 2\sqrt{38} \cos \delta_2 - 49 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ & -25 = -2\sqrt{38} \cos \delta_2 - 2\sqrt{38} \cos \alpha_2 - 49 \sin \delta_2 \sin \alpha_2,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \frac{2}{19} \sqrt{38} \pm \frac{1}{19} \sqrt{38} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{2}{19} \sqrt{38} \pm \frac{2}{19} \sqrt{13 \cdot 49} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{2}{19} \sqrt{38} \pm \frac{2}{19} \sqrt{13 \cdot 49} \quad - \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{2}{19} \sqrt{38} \pm \frac{1}{19} \sqrt{38} \\ \cos \alpha_{25} &= \pm \frac{3}{19} \sqrt{57} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{2}{76} \sqrt{38} \pm 1 \quad -\end{aligned}$$

Die Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{26}\sqrt{26} - \frac{2}{13}\sqrt{26} = -\frac{3}{26}\sqrt{26}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{2}{19}\sqrt{38} - \frac{1}{19}\sqrt{38} = \frac{1}{19}\sqrt{38}$  bestimmen den Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Achteck bilden, und zwar ist:

$$\begin{aligned} \alpha_{11b} &= 126^\circ 2' 24'', \text{ wenn } \alpha_{21b} = 289^\circ 4' \text{ und} \\ \alpha_{11b} &= 233^\circ 57' 36'' \quad \quad \quad \alpha_{21b} = 70^\circ 56' \text{ ist.} \end{aligned}$$

#### D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } -23 &= -\sqrt{78} \cos \alpha_1 - \sqrt{78} \cos \beta_1 - 52 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 26 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ -23 &= -\sqrt{78} \cos \beta_1 - \sqrt{78} \cos \gamma_1 - 52 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 26 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ -23 &= -\sqrt{78} \cos \gamma_1 - \sqrt{78} \cos \delta_1 - 52 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 26 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ -23 &= -\sqrt{78} \cos \delta_1 - \sqrt{78} \cos \epsilon_1 - 52 \sin \delta_1 \sin \epsilon_1 - 26 \cos \delta_1 \cos \epsilon_1 \\ -23 &= -\sqrt{78} \cos \epsilon_1 - \sqrt{78} \cos \eta_1 - 52 \sin \epsilon_1 \sin \eta_1 - 26 \cos \epsilon_1 \cos \eta_1 \\ -23 &= -\sqrt{78} \cos \eta_1 - \sqrt{78} \cos \alpha_1 - 52 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 26 \cos \eta_1 \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{4}{13}\sqrt{13} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{1}{39}\sqrt{19 \cdot 78} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{1}{39}\sqrt{19 \cdot 78} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{4}{13}\sqrt{13} \\ \cos \alpha_{15} &= \frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{1}{13}\sqrt{26} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{49}{23 \cdot 26} \sqrt{78} \pm \frac{26}{23}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -58 &= -2\sqrt{114} \cos \alpha_2 - 2\sqrt{114} \cos \beta_2 - 38 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 19 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -58 &= -2\sqrt{114} \cos \beta_2 - 2\sqrt{114} \cos \gamma_2 - 38 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 19 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -58 &= -2\sqrt{114} \cos \gamma_2 - 2\sqrt{114} \cos \delta_2 - 38 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 19 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\ -58 &= -2\sqrt{114} \cos \delta_2 - 2\sqrt{114} \cos \epsilon_2 - 38 \sin \delta_2 \sin \epsilon_2 - 19 \cos \delta_2 \cos \epsilon_2 \\ -58 &= -2\sqrt{114} \cos \epsilon_2 - 2\sqrt{114} \cos \eta_2 - 38 \sin \epsilon_2 \sin \eta_2 - 19 \cos \epsilon_2 \cos \eta_2 \\ -58 &= -2\sqrt{114} \cos \eta_2 - 2\sqrt{114} \cos \alpha_2 - 38 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 19 \cos \eta_2 \cos \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{2}{37}\sqrt{114} \pm \frac{2}{37}\sqrt{57 \cdot 26} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{2}{37}\sqrt{114} \pm \frac{2}{37}\sqrt{26 \cdot 57} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{2}{19}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{19} \\ \cos \alpha_{25} &= \frac{2}{37}\sqrt{114} \pm \frac{2}{19}\sqrt{19} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{154}{93}\sqrt{114} \pm \frac{82}{93} \quad - \end{aligned}$$

Die Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{26}\sqrt{78} - \frac{4}{13}\sqrt{13}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{2}{19}\sqrt{114} - \frac{2}{19}\sqrt{19}$

bestimmen den Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Zwölfeck bilden, und zwar ist:

$$\begin{aligned}\alpha_{11b} &= 140^{\circ} 35' 20'', \text{ wenn } \alpha_{21b} = 344^{\circ} 44' 20'' \text{ und} \\ \alpha_{11b} &= 249^{\circ} 24' 40'' \quad - \quad \alpha_{21b} = 48^{\circ} 18' 40'' \text{ ist.}\end{aligned}$$

## 16. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $31^{\circ} \dots$ und $38^{\circ} \dots$

### A. Der Raumvierring.

Für denselben ist:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 19^{\circ} \dots}{\cos 15^{\circ} \dots} = -\frac{1}{5}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 15^{\circ} \dots}{\cos 19^{\circ} \dots} = -\frac{1}{6}\sqrt{3}\end{aligned}$$

und  $\alpha_1$  selbst entweder gleich  $140^{\circ} 46'$ , dann muß sein  $\alpha_2 = 253^{\circ} 43' 17''$  oder  $\alpha_1 = 249^{\circ} 44'$ , dann muß sein  $\alpha_2 = 106^{\circ} 46' 43''$ .

### B. Die Raumsechsringe.

Die wahre Entfernung der Raumpunkte der heterogenen Ringe dieser Art ist gleich  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$  für  $\angle 34^{\circ}$

vermehrt um  $2\sqrt{3}$  für  $\angle 38^{\circ}$ ;

mithin gleich  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$ . Alsdann wird:

$$p_1 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \sin 15^{\circ} \dots = \frac{1}{6}\sqrt{2}$$

$$g_1 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \cos 15^{\circ} \dots = \frac{5}{6}$$

und

$$p_2 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \sin 19^{\circ} \dots = \frac{1}{6}\sqrt{3}$$

$$g_2 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \cos 19^{\circ} \dots = \frac{1}{3}\sqrt{6}.$$

$$DE_1 = 2p_2 \text{ wird gleich } \frac{1}{3}\sqrt{3} \text{ und } DE_2 = 2p_1 = \frac{1}{3}\sqrt{2}.$$

Mit diesen Werten erhält man folgende beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned}\text{I. } -40 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 50 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 + 25 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ -40 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 50 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 + 25 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ -40 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 50 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 + 25 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{6}{15} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{4}{5}\sqrt{6} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{4}{5}\sqrt{6} \quad - \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{6}{15} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{6}{15} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{4}{15}.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -43 &= -6\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 6\sqrt{6} \cos \beta_2 - 48 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 24 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -43 &= -6\sqrt{6} \cos \beta_2 - 6\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 48 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 24 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -43 &= -6\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 6\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 48 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 24 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{5}{6}\sqrt{6} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{5}{6}\sqrt{6} \quad - \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{2}\sqrt{6} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{1}{60}\sqrt{6} \pm \frac{3}{15}. \end{aligned}$$

Der Sechsring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Sechseck bilden, wird bestimmt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{1}{15}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{12}\sqrt{6} - \frac{1}{3}$ , und zwar ist:

$$\begin{aligned} \alpha_{11b} &= 103^\circ 22' 28'', \text{ wenn } \alpha_{21b} = 262^\circ 34' 34'' \text{ und} \\ \alpha_{11b} &= 256 \ 37 \ 32 \quad - \quad \alpha_{21b} = 97 \ 25 \ 26 \text{ ist.} \end{aligned}$$

### C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } -24 &= -5\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 5\sqrt{2} \cos \beta_1 - 25 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ -24 &= -5\sqrt{2} \cos \beta_1 - 5\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 25 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ -24 &= -5\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 5\sqrt{2} \cos \delta_1 - 25 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ -24 &= -5\sqrt{2} \cos \delta_1 - 5\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 25 \sin \delta_1 \sin \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{1}{5}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{4}{5}\sqrt{3} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{4}{5}\sqrt{3} \quad - \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{1}{5}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{15} &= \pm \frac{3}{5}\sqrt{3} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{2}{10}\sqrt{2} \pm 1. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } -23 &= -6\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 6\sqrt{2} \cos \beta_2 - 24 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ -23 &= -6\sqrt{2} \cos \beta_2 - 6\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 24 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ -23 &= -6\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 6\sqrt{2} \cos \delta_2 - 24 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ -23 &= -6\sqrt{2} \cos \delta_2 - 6\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 24 \sin \delta_2 \sin \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{1}{6}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{5}{6}\sqrt{3} \quad (\text{imag.}) \end{aligned}$$

$$\cos \alpha_{23} = -\frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{5}{6}\sqrt{3} \quad (\text{imag.})$$

$$\cos \alpha_{24} = \frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{1}{6}\sqrt{6}$$

$$\cos \alpha_{25} = \pm \frac{2}{3}\sqrt{2}$$

$$\cos \alpha_{26} = \frac{2}{3}\sqrt{2} \pm 4 \quad (\text{imag.}).$$

Der Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Achteck bilden, wird bestimmt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{3}\sqrt{2} - \frac{1}{3}\sqrt{6}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{8}\sqrt{6}$  und zwar ist:

$$\alpha_{11b} = 404^{\circ}57', \text{ wenn } \alpha_{21b} = 266^{\circ}54'52''$$

$$\text{und } \alpha_{11b} = 258 \quad 3 \quad \text{wenn } \alpha_{21b} = 93 \quad 8 \quad 8 \quad \text{ist.}$$

#### D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{I. } -44 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 50 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 25 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ -44 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_1 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 50 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 25 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ -44 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 5\sqrt{6} \cos \delta_1 - 50 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 25 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ -44 &= -5\sqrt{6} \cos \delta_1 - 5\sqrt{6} \cos \varepsilon_1 - 50 \sin \delta_1 \sin \varepsilon_1 - 25 \cos \delta_1 \cos \varepsilon_1 \\ -44 &= -5\sqrt{6} \cos \varepsilon_1 - 5\sqrt{6} \cos \eta_1 - 50 \sin \varepsilon_1 \sin \eta_1 - 25 \cos \varepsilon_1 \cos \eta_1 \\ -44 &= -5\sqrt{6} \cos \eta_1 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 50 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 25 \cos \eta_1 \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\cos \alpha_{11} = \frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3}$$

$$\cos \alpha_{12} = -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{4}{3}\sqrt{2}$$

$$\cos \alpha_{13} = -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{4}{3}\sqrt{2}$$

$$\cos \alpha_{14} = \frac{1}{8}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3}$$

$$\cos \alpha_{15} = \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5} \quad (\text{imag.})$$

$$\cos \alpha_{16} = -\frac{6}{95}\sqrt{6} \pm \frac{5}{19}.$$

$$\begin{aligned} \text{I. } -49 &= -6\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 6\sqrt{6} \cos \beta_2 - 48 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 24 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -49 &= -6\sqrt{6} \cos \beta_2 - 6\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 48 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 24 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -49 &= -6\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 6\sqrt{6} \cos \delta_2 - 48 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 24 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\ -49 &= -6\sqrt{6} \cos \delta_2 - 6\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 48 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 24 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\ -49 &= -6\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 6\sqrt{6} \cos \eta_2 - 48 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 24 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\ -49 &= -6\sqrt{6} \cos \eta_2 - 6\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 48 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 24 \cos \eta_2 \cos \alpha_2, \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\cos \alpha_{21} = \frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{3}$$

$$\cos \alpha_{22} = -\frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{5}{6}\sqrt{2}$$

$$\cos \alpha_{23} = -\frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{5}{6}\sqrt{2}$$

$$\cos \alpha_{24} = \frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{3}$$



$$\cos \alpha_{25} = \frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{2}\sqrt{6} \text{ (imag.)}$$

$$\cos \alpha_{26} = \frac{7}{60}\sqrt{6} \pm \frac{5}{12}.$$

Der Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Zwölfeck bilden, wird bestimmt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{5}\sqrt{6} - \frac{2}{5}\sqrt{3}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{4}\sqrt{6} - \frac{1}{3}\sqrt{3}$  und zwar ist:

$$\alpha_{11b} = 104^{\circ} 43' 29'', \text{ wenn } \alpha_{21b} = 267^{\circ} 59' 34''$$

$$\text{und } \alpha_{11b} = 258 \ 46 \ 34 \quad - \quad \alpha_{21b} = 92 \ 0 \ 26 \text{ ist.}$$

## 17. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $22^{\circ} \dots$ und $38^{\circ} \dots$

### A. Der Raumvierring.

Derselbe ist bestimmt durch:

$$\cos \alpha_1 = - \frac{\sin 19^{\circ} \dots}{\cos 11^{\circ} \dots} = - \frac{1}{25}\sqrt{78}$$

$$\cos \alpha_2 = - \frac{\sin 11^{\circ} \dots}{\cos 19^{\circ} \dots} = - \frac{1}{12}\sqrt{6}$$

und  $\alpha_1$  selbst gleich  $109^{\circ} 40' 50''$ , dann muß sein  $\alpha_2 = 258^{\circ} 43' 17''$

$$\text{oder } \alpha_1 = 250 \ 19 \ 10 \quad - \quad - \quad - \quad \alpha_2 = 101 \ 46 \ 43$$

### B. Die Raumsechsringe.

Der wahre Abstand der Raumpunkte der heterogenen Ringe dieser Art ist gleich  $\frac{1}{3}\sqrt{3}$  für  $\angle 22^{\circ} \dots$

vermehrt um  $2\sqrt{3} - \angle 38 \dots$

mithin gleich  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$ . Alsdann wird:

$$p_1 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \sin 11^{\circ} \dots = \frac{1}{6}$$

$$g_1 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \cos 11^{\circ} \dots = \frac{1}{6}\sqrt{26}$$

und

$$p_2 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \sin 19^{\circ} \dots = \frac{1}{6}\sqrt{3}$$

$$g_2 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \cos 19^{\circ} \dots = \frac{1}{3}\sqrt{6}.$$

$$DE_1 = 2p_2 \text{ wird gleich } \frac{1}{3}\sqrt{3} \text{ und } DE_2 = 2p_1 = \frac{1}{3}.$$

Aus diesen Werten entstehen dann folgende beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$\text{I. } -44 = -\sqrt{78} \cos \alpha_1 - \sqrt{78} \cos \beta_1 - 52 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 + 26 \cos \alpha_1 \cos \beta_1$$

$$-44 = -\sqrt{78} \cos \beta_1 - \sqrt{78} \cos \gamma_1 - 52 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 + 26 \cos \beta_1 \cos \gamma_1$$

$$-44 = -\sqrt{78} \cos \gamma_1 - \sqrt{78} \cos \alpha_1 - 52 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 + 26 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1,$$

deren Auflösung folgende Werte ergibt:

$$\cos \alpha_{11} = \frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{1}{13}\sqrt{26}$$

$$\cos \alpha_{12} = - \frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{4}{13}\sqrt{39} \text{ (imag.)}$$

$$\cos \alpha_{13} = - \frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{4}{13}\sqrt{39} \quad -$$

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{14} &= -\frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{1}{13}\sqrt{26} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{3}{13}\sqrt{26} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{16} &= -\frac{45}{23 \cdot 26}\sqrt{78} \pm \frac{3}{23} -\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{II. } -47 &= -6\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 6\sqrt{6} \cos \beta_2 - 48 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 24 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -47 &= -6\sqrt{6} \cos \beta_2 - 6\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 48 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 24 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -47 &= -6\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 6\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 48 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 24 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{6}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{39} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{39} - \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{6}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{3}{2}\sqrt{6} - \\ \cos \alpha_{26} &= -\frac{2}{6}\sqrt{6} \pm \frac{3}{15} -\end{aligned}$$

Der Sechsring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbberegelmäßiges Sechseck bilden, wird bestimmt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{78}\sqrt{78} - \frac{1}{13}\sqrt{26}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{12}\sqrt{6} - \frac{1}{6}\sqrt{2}$ , und zwar ist

$$\begin{aligned}\alpha_{11b} &= 106^\circ 15' 33'', \text{ wenn } \alpha_{21b} = 268^\circ 41' 25'' \\ \text{oder } \alpha_{11b} &= 253^\circ 44' 27'' - \alpha_{21b} = 94^\circ 48' 35'' \text{ ist.}\end{aligned}$$

### C. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned}\text{I. } -24 &= -\sqrt{26} \cos \alpha_2 - \sqrt{26} \cos \beta_2 - 26 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ -24 &= -\sqrt{26} \cos \beta_2 - \sqrt{26} \cos \gamma_2 - 26 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ -24 &= -\sqrt{26} \cos \gamma_2 - \sqrt{26} \cos \delta_2 - 26 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ -24 &= -\sqrt{26} \cos \delta_2 - \sqrt{26} \cos \alpha_2 - 26 \sin \delta_2 \sin \alpha_2,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{28}\sqrt{26} \pm \frac{1}{13}\sqrt{39} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{28}\sqrt{26} \pm \frac{3}{13}\sqrt{78} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{28}\sqrt{26} \pm \frac{3}{13}\sqrt{78} - \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{28}\sqrt{26} \pm \frac{1}{13}\sqrt{39} \\ \cos \alpha_{15} &= \pm \frac{3}{13}\sqrt{78} - \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{2}{26}\sqrt{26} \pm 1 -\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{II. } -25 &= -6\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 6\sqrt{2} \cos \beta_2 - 24 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ -25 &= -6\sqrt{2} \cos \beta_2 - 6\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 24 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ -25 &= -6\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 6\sqrt{2} \cos \delta_2 - 24 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ -25 &= -6\sqrt{2} \cos \delta_2 - 6\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 24 \sin \delta_2 \sin \alpha_2,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{1}{6}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{1}{6}\sqrt{78} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{1}{6}\sqrt{78} \quad - \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{1}{6}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{25} &= \pm \frac{3}{4}\sqrt{2} \quad - \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{2}{3}\sqrt{2} \pm 1 \quad -\end{aligned}$$

Der Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Achteck bilden, ist bedingt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{26}\sqrt{26} - \frac{1}{13}\sqrt{39}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{6}\sqrt{3}$  und zwar ist:

$$\begin{aligned}\alpha_{11b} &= 106^{\circ}30'54'', \text{ wenn } \alpha_{21b} = 273^{\circ}43'42'' \\ \text{und } \alpha_{11b} &= 253 \ 29 \ 6 \quad - \quad \alpha_{21b} = 86 \ 16 \ 48 \quad \text{ist.}\end{aligned}$$

#### D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned}\text{I. } -43 &= -\sqrt{78} \cos \alpha_1 - \sqrt{78} \cos \beta_1 - 52 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 26 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ -43 &= -\sqrt{78} \cos \beta_1 - \sqrt{78} \cos \gamma_1 - 52 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 26 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ -43 &= -\sqrt{78} \cos \gamma_1 - \sqrt{78} \cos \delta_1 - 52 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 26 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ -43 &= -\sqrt{78} \cos \delta_1 - \sqrt{78} \cos \varepsilon_1 - 52 \sin \delta_1 \sin \varepsilon_1 - 26 \cos \delta_1 \cos \varepsilon_1 \\ -43 &= -\sqrt{78} \cos \varepsilon_1 - \sqrt{78} \cos \eta_1 - 52 \sin \varepsilon_1 \sin \eta_1 - 26 \cos \varepsilon_1 \cos \eta_1 \\ -43 &= -\sqrt{78} \cos \eta_1 - \sqrt{78} \cos \alpha_1 - 52 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 26 \cos \eta_1 \cos \alpha_1,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{3}{26}\sqrt{78} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{4}{13}\sqrt{13} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{4}{13}\sqrt{13} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{3}{26}\sqrt{78} \\ \cos \alpha_{15} &= \frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{3}{13}\sqrt{26} \text{ (imag.)} \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{3}{26}\sqrt{78} \pm 2.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{II. } -53 &= -6\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 6\sqrt{6} \cos \beta_2 - 48 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 24 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -53 &= -6\sqrt{6} \cos \beta_2 - 6\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 48 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 24 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -53 &= -6\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 6\sqrt{6} \cos \delta_2 - 48 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 24 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\ -53 &= -6\sqrt{6} \cos \delta_2 - 6\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 48 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 24 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\ -53 &= -6\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 6\sqrt{6} \cos \eta_2 - 48 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 24 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\ -53 &= -6\sqrt{6} \cos \eta_2 - 6\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 48 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 24 \cos \eta_2 \cos \alpha_2,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{1}{6}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{13}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{13} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{1}{6}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{25} &= \frac{1}{12}\sqrt{6} \pm \frac{1}{2}\sqrt{6} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= -\frac{7}{60}\sqrt{6} \pm \frac{6}{15}.\end{aligned}$$

Die Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{26}\sqrt{78} - \frac{2}{26}\sqrt{78} = -\frac{1}{26}\sqrt{78}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{4}\sqrt{6} - \frac{1}{6}\sqrt{6} = \frac{1}{12}\sqrt{6}$  bestimmen den Zwölflring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Zwölfeck bilden, und zwar ist:

$$\begin{aligned}\alpha_{11b} &= 409^\circ 40' 50'', \quad \text{wenn} \quad \alpha_{21b} = 284^\circ 46' 43'' \\ \text{und} \quad \alpha_{11b} &= 250 \ 49 \ 40 \quad - \quad \alpha_{21b} = 78 \ 43 \ 47 \text{ ist.}\end{aligned}$$

## 18. Die heterogenen Ringe mit den Winkeln $22^\circ \dots$ und $31^\circ \dots$

### A. Der Raumvierring.

$$\begin{aligned}\cos \alpha_1 &= -\frac{\sin 45^\circ \dots}{\cos 44^\circ \dots} = -\frac{1}{13}\sqrt{13} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{\sin 44^\circ \dots}{\cos 45^\circ \dots} = -\frac{1}{5}\end{aligned}$$

und zwar ist:

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= 106^\circ 6' 8'', \quad \text{dann muß sein:} \quad \alpha_2 = 258^\circ 27' 47'' \\ \text{oder} \quad \alpha_1 &= 253 \ 53 \ 52, \quad - \quad - \quad - \quad \alpha_2 = 404 \ 32 \ 43\end{aligned}$$

### B. Die Raumsechsringe.

Die wahre Entfernung der Raumpunkte der heterogenen Ringe dieser Art ist gleich:  $\frac{7}{2}\sqrt{3}$  für  $\angle 22^\circ \dots$

vermehrt um:  $\frac{7}{2}\sqrt{3}$  für  $\angle 34^\circ \dots$ ,

mithin gleich  $7\sqrt{3}$ . Alsdann wird:

$$\begin{aligned}p_1 &= 7\sqrt{3} \sin 44^\circ \dots = \frac{7}{3} \\ g_1 &= 7\sqrt{3} \cos 44^\circ \dots = \frac{7}{3}\sqrt{26},\end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned}p_2 &= 7\sqrt{3} \sin 45^\circ \dots = \frac{7}{3}\sqrt{2} \\ g_2 &= 7\sqrt{3} \cos 45^\circ \dots = \frac{3}{5}.\end{aligned}$$

$$DE_1 = 2p_2 \text{ wird gleich } \frac{1}{3}\sqrt{2} \text{ und } DE_2 = 2p_1 = \frac{1}{3}.$$

Aus diesen Werten entstehen folgende beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned}\text{I.} \quad -45 &= -\sqrt{78} \cos \alpha_1 - \sqrt{78} \cos \beta_1 - 52 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 + 26 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ &- 45 = -\sqrt{78} \cos \beta_1 - \sqrt{78} \cos \gamma_1 - 52 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 + 26 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ &- 45 = -\sqrt{78} \cos \gamma_1 - \sqrt{78} \cos \alpha_1 - 52 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 + 26 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{78} \pm \frac{2}{\sqrt{39}}\sqrt{39} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{\sqrt{6}}\sqrt{78} \pm \frac{5}{\sqrt{13}}\sqrt{26} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{\sqrt{6}}\sqrt{78} \pm \frac{5}{\sqrt{13}}\sqrt{26} \quad - \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{78} \pm \frac{2}{\sqrt{39}}\sqrt{39} \\ \cos \alpha_{15} &= -\frac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{78} \pm \frac{1}{\sqrt{13}}\sqrt{26} \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{49}{23 \cdot 26} \sqrt{78} \pm \frac{42}{23} \quad (\text{imag.})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{II. } -48 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 50 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 + 25 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ -48 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 50 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 + 25 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ -48 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 50 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 + 25 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \frac{1}{\sqrt{5}}\sqrt{6} \pm \frac{2}{\sqrt{15}}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{\sqrt{5}}\sqrt{6} \pm \frac{2}{\sqrt{5}}\sqrt{26} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{\sqrt{5}}\sqrt{6} \pm \frac{2}{\sqrt{5}}\sqrt{26} \quad - \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{\sqrt{5}}\sqrt{6} \pm \frac{2}{\sqrt{15}}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{25} &= -\frac{1}{\sqrt{5}}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{26} &= \frac{23}{95}\sqrt{6} \pm \frac{42}{19} \quad -\end{aligned}$$

Der Sechsring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Sechseck bilden, wird bestimmt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{78} - \frac{2}{\sqrt{39}}\sqrt{39}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{\sqrt{5}}\sqrt{6} - \frac{2}{\sqrt{15}}\sqrt{3}$ , und zwar ist:

$$\begin{aligned}\alpha_{11b} &= 102^\circ 0' 18'', \text{ wenn } \alpha_{21b} = 266^\circ 7' 15'' \\ \text{und } \alpha_{11b} &= 257^\circ 59' 42'' \quad - \quad \alpha_{21b} = 93^\circ 52' 45'' \text{ ist.}\end{aligned}$$

## B. Die Raumachtringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned}\text{I. } -23 &= -\sqrt{26} \cos \alpha_1 - \sqrt{26} \cos \beta_1 - 26 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ -23 &= -\sqrt{26} \cos \beta_1 - \sqrt{26} \cos \gamma_1 - 26 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ -23 &= -\sqrt{26} \cos \gamma_1 - \sqrt{26} \cos \delta_1 - 26 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ -23 &= -\sqrt{26} \cos \delta_1 - \sqrt{26} \cos \alpha_1 - 26 \sin \delta_1 \sin \alpha_1,\end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{\sqrt{6}}\sqrt{26} \pm \frac{1}{\sqrt{13}}\sqrt{26} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{\sqrt{6}}\sqrt{26} \pm \frac{5}{\sqrt{13}}\sqrt{13} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{\sqrt{6}}\sqrt{26} \pm \frac{5}{\sqrt{13}}\sqrt{13} \quad - \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{\sqrt{6}}\sqrt{26} \pm \frac{1}{\sqrt{13}}\sqrt{26} \\ \cos \alpha_{15} &= \pm \frac{3}{\sqrt{6}}\sqrt{78} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{16} &= \frac{23}{26}\sqrt{26} \pm 4 \quad -\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \text{II. } -25 &= -5\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{2} \cos \beta_2 - 25 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\
 -25 &= -5\sqrt{2} \cos \beta_2 - 5\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 25 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\
 -25 &= -5\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{2} \cos \delta_2 - 25 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\
 -25 &= -5\sqrt{2} \cos \delta_2 - 5\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 25 \sin \delta_2 \sin \alpha_2,
 \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:"

$$\begin{aligned}
 \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{1}{5}\sqrt{2} \\
 \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{2}{5}\sqrt{13} \quad (\text{imag.}) \\
 \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{2}{5}\sqrt{13} \quad - \\
 \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{5}\sqrt{2} \pm \frac{1}{5}\sqrt{2} \\
 \cos \alpha_{25} &= \pm \frac{3}{5}\sqrt{3} \quad - \\
 \cos \alpha_{26} &= \frac{5}{2}\sqrt{2} \pm 1 \quad -
 \end{aligned}$$

Die Werte  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{26}\sqrt{26} - \frac{1}{13}\sqrt{26} = -\frac{1}{26}\sqrt{26}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{5}\sqrt{2} - \frac{1}{5}\sqrt{2} = 0$  bestimmen den Achtring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbregelmäßiges Achteck bilden, und zwar ist:

$$\begin{aligned}
 \alpha_{11b} &= 104^\circ 18' 36'', \quad \text{wenn} \quad \alpha_{21b} = 270^\circ \\
 \text{und} \quad \alpha_{11b} &= 258 \ 44 \ 24 \quad - \quad \alpha_{21b} = 90 \text{ ist.}
 \end{aligned}$$

#### D. Die Raumzwölfringe.

Die beiden Systeme der Grundgleichungen sind:

$$\begin{aligned}
 \text{I. } -47 &= -\sqrt{78} \cos \alpha_1 - \sqrt{78} \cos \beta_1 - 52 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 26 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\
 -47 &= -\sqrt{78} \cos \beta_1 - \sqrt{78} \cos \gamma_1 - 52 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 26 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\
 -47 &= -\sqrt{78} \cos \gamma_1 - \sqrt{78} \cos \delta_1 - 52 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 26 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\
 -47 &= -\sqrt{78} \cos \delta_1 - \sqrt{78} \cos \epsilon_1 - 52 \sin \delta_1 \sin \epsilon_1 - 26 \cos \delta_1 \cos \epsilon_1 \\
 -47 &= -\sqrt{78} \cos \epsilon_1 - \sqrt{78} \cos \eta_1 - 52 \sin \epsilon_1 \sin \eta_1 - 26 \cos \epsilon_1 \cos \eta_1 \\
 -47 &= -\sqrt{78} \cos \eta_1 - \sqrt{78} \cos \alpha_1 - 52 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 26 \cos \eta_1 \cos \alpha_1,
 \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}
 \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{1}{13}\sqrt{13} \\
 \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{5}{39}\sqrt{78} \quad (\text{imag.}) \\
 \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{5}{39}\sqrt{78} \quad - \\
 \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{26}\sqrt{78} \pm \frac{1}{13}\sqrt{13} \\
 \cos \alpha_{15} &= \frac{1}{78}\sqrt{78} \pm \frac{1}{13}\sqrt{26} \quad - \\
 \cos \alpha_{16} &= -\frac{73}{23 \cdot 26} \sqrt{78} \pm \frac{50}{23} \quad -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{II. } -52 &= -5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 50 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 25 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\
 -52 &= -5\sqrt{6} \cos \beta_2 - 5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 50 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 25 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\
 -52 &= -5\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 5\sqrt{6} \cos \delta_2 - 50 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 25 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\
 -52 &= -5\sqrt{6} \cos \delta_2 - 5\sqrt{6} \cos \epsilon_2 - 50 \sin \delta_2 \sin \epsilon_2 - 25 \cos \delta_2 \cos \epsilon_2 \\
 -52 &= -5\sqrt{6} \cos \epsilon_2 - 5\sqrt{6} \cos \eta_2 - 50 \sin \epsilon_2 \sin \eta_2 - 25 \cos \epsilon_2 \cos \eta_2 \\
 -52 &= -5\sqrt{6} \cos \eta_2 - 5\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 50 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 25 \cos \eta_2 \cos \alpha_2,
 \end{aligned}$$

deren Lösungen sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{2}{5} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{15}\sqrt{78} \quad (\text{imag.}) \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{2}{15}\sqrt{78} \quad - \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{5}\sqrt{6} \pm \frac{2}{5} \\ \cos \alpha_{25} &= \frac{1}{15}\sqrt{6} \pm \frac{6}{5} \quad - \\ \cos \alpha_{26} &= -\frac{77}{5 \cdot 49}\sqrt{6} \pm \frac{58}{15} \quad +\end{aligned}$$

Der Zwölfring, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbberegelmäßiges Zwölfeck bilden, wird bestimmt durch  $\cos \alpha_{11b} = \frac{1}{25}\sqrt{78} - \frac{2}{13}\sqrt{43}$  und  $\cos \alpha_{21b} = \frac{1}{5}\sqrt{6} - \frac{2}{5}$  und der Winkel selbst ist:

$$\begin{aligned}\alpha_{11b} &= 102^\circ 35' 13'' \text{ dann muß sein: } \alpha_{21b} = 275^\circ 9' 28'' \\ \text{oder } \alpha_{11b} &= 257 \ 24 \ 47 \quad - \quad - \quad - \quad \alpha_{21b} = 84 \ 50 \ 32\end{aligned}$$

### Vergleichende Übersicht der untersuchten Ringe.

Vergleicht man die Ausdrücke der  $\cos$  der Rotationswinkel, die für die regelmäßigsten Ringe gelten, so findet man auch hier, daß in den zweigliedrigen Ausdrücken für die  $\cos$  der Rotationswinkel das erste Glied bei demselben Winkel in den entsprechenden Ringen immer gleich ist, und daß das zweite Glied in den Ausdrücken für die heterogenen Ringe aus dem zweiten Gliede in den Ausdrücken für die homogenen Ringe durch Multiplication mit einem Factor erhalten werden kann. Die Multiplicationsfactoren für die zwei Winkel in einem und demselben heterogenen Ringe stehen wieder unter sich in dem Verhältnisse der Reciprocität. Die nachstehende Zusammenstellung gibt ein übersichtliches und klares Bild dieses Zahlenzusammenhanges; in derselben ist der Multiplicationsfactor in der Spalte der heterogenen Vierringe hervorgehoben.

Noch näher auf die Beziehung der Zahlen einzugehen, verlohnt sich nicht der Mühe, doch sei noch auf die Radicanden hingewiesen. Als solche treten neben den einfachen Zahlen 2, 3, 6 auf: 43, 26, 39, 78, die ihrerseits gleich sind: 1·43, 2·43, 3·43, 6·43; ferner 49, 38, 57, 144, die ihrerseits gleich sind: 1·49, 2·49, 3·49, 6·49.

Wenn schon die Abbildungen der mathematisch begründeten Ringe der vorhergehenden Abhandlung die Raumlage der einzelnen Bausteine nicht mit der wünschenswerten Klarheit erkennen ließen, so ist dieses in den Abbildungen der im vorstehenden untersuchten Ringe in noch höherem Maße der Fall, weshalb ich davon absehe, Figurentafeln beizufügen.

## Zusammen

In den homogenen Ringen, bei denen die Rotationsachsen in einer Rotationswinkel folgende Werte:

Bei dem Kraftrichtungsschnittwinkel:	220...	340...	380...
für			
den Raumvierring	$-\frac{1}{26}\sqrt{26}$	$-\frac{1}{5}\sqrt{2}$	$-\frac{1}{4}\sqrt{2}$
- Raumsechsring	$\frac{1}{78}\sqrt{78} - \frac{2}{78}\sqrt{78}$	$\frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{2}{15}\sqrt{6}$	$\frac{1}{12}\sqrt{6} - \frac{2}{12}\sqrt{6}$
- Raumachtring	$\frac{1}{26}\sqrt{26} - \frac{1}{13}\sqrt{13}$	$\frac{1}{5}\sqrt{2} - \frac{2}{5}$	$\frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{2}$
- Raumzwölfring	$\frac{1}{26}\sqrt{78} - \frac{1}{13}\sqrt{26}$	$\frac{1}{5}\sqrt{6} - \frac{2}{5}\sqrt{2}$	$\frac{1}{4}\sqrt{6} - \frac{1}{2}\sqrt{2}$

Bei den heterogenen Ringen, bei denen die Rotationsachsen in einer Werte für die cos. der Rotationswinkel:

Ringe aus den Winkeln:	kleinerer $\angle$	Vierring $M^1)$	größerer $\angle$	$M^1)$	Sechs- kleinerer $\angle$
1090... und 4480...	$-\frac{5}{8}$	$\frac{5}{6}\sqrt{2}$	-3	$\frac{3}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{10}{9}\sqrt{3}$
700... - 4480...	$-\frac{3}{8}\sqrt{2}$	$\frac{5}{6}$	$-\frac{3}{2}\sqrt{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{6}\sqrt{6} - \frac{5}{9}\sqrt{6}$
650... - 4480...	$-\frac{5}{19}\sqrt{19}$	$\frac{5}{4}\sqrt{2}$	-2	$\frac{2}{3}\sqrt{2}$	$\frac{3}{5}\sqrt{144} - \frac{10}{9}\sqrt{57}$
380... - 4480...	$-\frac{5}{12}\sqrt{6}$	$\frac{5}{3}\sqrt{3}$	$-\frac{1}{2}\sqrt{6}$	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	$\frac{1}{12}\sqrt{6} - \frac{5}{6}\sqrt{2}$
340... - 4480...	-4	$\frac{5}{2}\sqrt{2}$	-4	$\frac{1}{5}\sqrt{2}$	$\frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3}$
220... - 4480...	$-\frac{5}{26}\sqrt{26}$	5	$-\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{78}\sqrt{78} - \frac{10}{98}\sqrt{78}$
650... - 4090...	$-\frac{3}{10}\sqrt{38}$	$\frac{3}{2}$	$-\frac{3}{2}\sqrt{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{57}\sqrt{144} - \frac{6}{57}\sqrt{144}$
340... - 4090...	$-\frac{3}{8}\sqrt{2}$	3	$-\frac{1}{3}\sqrt{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{2}{6}\sqrt{6}$
220... - 4090...	$-\frac{3}{13}\sqrt{13}$	$3\sqrt{2}$	$-\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}\sqrt{2}$	$\frac{1}{78}\sqrt{78} - \frac{2}{13}\sqrt{39}$
650... - 700...	$-\frac{3}{19}\sqrt{19}$	$\frac{3}{2}\sqrt{2}$	$-\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}\sqrt{2}$	$\frac{3}{57}\sqrt{144} - \frac{10}{19}\sqrt{57}$
340... - 700...	$-\frac{3}{6}$	$\frac{3}{2}\sqrt{2}$	$-\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}\sqrt{2}$	$\frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{2}{6}\sqrt{3}$
220... - 700...	$-\frac{3}{26}\sqrt{26}$	3	$-\frac{1}{6}\sqrt{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{78}\sqrt{78} - \frac{1}{13}\sqrt{78}$
380... - 650...	$-\frac{1}{3}\sqrt{3}$	$\frac{2}{3}\sqrt{6}$	$-\frac{3}{57}\sqrt{57}$	$\frac{1}{4}\sqrt{6}$	$\frac{1}{12}\sqrt{6} - \frac{2}{3}$
340... - 650...	$-\frac{2}{3}\sqrt{2}$	2	$-\frac{1}{15}\sqrt{38}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{1}{16}\sqrt{6}$
220... - 650...	$-\frac{2}{13}\sqrt{13}$	$2\sqrt{2}$	$-\frac{1}{15}\sqrt{19}$	$\frac{1}{4}\sqrt{2}$	$\frac{1}{78}\sqrt{78} - \frac{3}{10}\sqrt{39}$
340... - 380...	$-\frac{1}{5}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{6}$	$-\frac{1}{6}\sqrt{3}$	$\frac{1}{3}\sqrt{6}$	$\frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{0}{6}$
220... - 380...	$-\frac{1}{26}\sqrt{78}$	$\sqrt{3}$	$-\frac{1}{12}\sqrt{6}$	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	$\frac{1}{78}\sqrt{78} - \frac{1}{13}\sqrt{26}$
220... - 340...	$-\frac{1}{13}\sqrt{13}$	$\sqrt{2}$	$-\frac{1}{6}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{78}\sqrt{78} - \frac{3}{10}\sqrt{39}$

1)  $M$  = Multiplicationsfactor.

# stellung.

Ebene liegen und reguläre Polygone bilden, fanden wir für die cos. der

650...	700...	4090...	4480...
$-\frac{2}{15}\sqrt{38}$	$-\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$-\sqrt{2}$	$-\frac{5}{2}\sqrt{2}$
$\frac{2}{57}\sqrt{114} - \frac{4}{57}\sqrt{114}$	$\frac{1}{6}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{6}$	$\frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{6}$	$\frac{2}{3}\sqrt{6} - \frac{1}{6}\sqrt{6}$
$\frac{2}{15}\sqrt{38} - \frac{4}{15}\sqrt{19}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} - 4$	$\sqrt{2} - 2$	$\frac{3}{2}\sqrt{2} - 5$
$\frac{2}{15}\sqrt{114} - \frac{4}{15}\sqrt{38}$	$\frac{1}{2}\sqrt{6} - \sqrt{2}$	$\sqrt{6} - 2\sqrt{2}$	$\frac{5}{2}\sqrt{6} - 5\sqrt{2}$

Ebene liegen, aber nur halbregelmäßige Polygone bilden, fanden wir folgende

ring	Achtring		Zwölfring	
größerer $\angle$	kleinerer $\angle$	größerer $\angle$	kleinerer $\angle$	größerer $\angle$
$\frac{5}{6}\sqrt{6} - 2\sqrt{3}$	$\sqrt{2} - \frac{5}{3}\sqrt{2}$	$\frac{5}{2}\sqrt{2} - \frac{3}{2}\sqrt{2}$	$\sqrt{6} - \frac{1}{3}$	$\frac{5}{2}\sqrt{6} - 6$
$\frac{5}{6}\sqrt{6} - \sqrt{6}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{4}{3}$	$\frac{5}{2}\sqrt{2} - 3$	$\frac{1}{2}\sqrt{6} - \frac{5}{3}\sqrt{2}$	$\frac{5}{2}\sqrt{6} - 3\sqrt{2}$
$\frac{2}{3}\sqrt{6} - \frac{4}{3}\sqrt{3}$	$\frac{2}{15}\sqrt{38} - \frac{4}{15}\sqrt{38}$	$\frac{2}{3}\sqrt{2} - 2\sqrt{2}$	$\frac{2}{15}\sqrt{114} - \frac{4}{15}\sqrt{19}$	$\frac{2}{3}\sqrt{6} - 4$
$\frac{2}{3}\sqrt{6} - \sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{2}{3}\sqrt{3}$	$\frac{2}{3}\sqrt{2} - \sqrt{3}$	$\frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{5}{6}\sqrt{6}$	$\frac{2}{3}\sqrt{6} - \sqrt{6}$
$\frac{2}{3}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3}$	$\frac{1}{3}\sqrt{2} - \sqrt{2}$	$\frac{2}{3}\sqrt{2} - \sqrt{2}$	$\frac{1}{3}\sqrt{6} - 2$	$\frac{2}{3}\sqrt{6} - 2$
$\frac{2}{3}\sqrt{6} - \frac{1}{3}\sqrt{6}$	$\frac{2}{15}\sqrt{26} - \frac{4}{15}\sqrt{13}$	$\frac{2}{3}\sqrt{2} - 4$	$\frac{2}{15}\sqrt{78} - \frac{4}{15}\sqrt{26}$	$\frac{2}{3}\sqrt{6} - \sqrt{2}$
$\frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{4}{9}\sqrt{6}$	$\frac{2}{15}\sqrt{38} - \frac{4}{15}\sqrt{19}$	$\sqrt{2} - \frac{4}{3}$	$\frac{2}{15}\sqrt{114} - \frac{4}{15}\sqrt{38}$	$\sqrt{6} - \frac{4}{3}\sqrt{2}$
$\frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{2}{9}\sqrt{6}$	$\frac{1}{3}\sqrt{2} - \frac{8}{9}$	$\sqrt{2} - \frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{5}{9}\sqrt{2}$	$\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{2}$
$\frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{2}{9}\sqrt{3}$	$\frac{1}{15}\sqrt{26} - \frac{2}{15}\sqrt{26}$	$\sqrt{2} - \frac{1}{3}\sqrt{2}$	$\frac{1}{15}\sqrt{78} - \frac{2}{15}\sqrt{13}$	$\sqrt{6} - \frac{2}{3}$
$\frac{1}{6}\sqrt{6} - \frac{1}{3}\sqrt{3}$	$\frac{2}{15}\sqrt{38} - \frac{4}{15}\sqrt{38}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{2}{3}\sqrt{2}$	$\frac{2}{15}\sqrt{114} - \frac{4}{15}\sqrt{19}$	$\frac{1}{2}\sqrt{6} - \frac{1}{3}$
$\frac{1}{6}\sqrt{6} - \frac{2}{9}\sqrt{3}$	$\frac{1}{3}\sqrt{2} - \frac{2}{3}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{1}{3}\sqrt{2}$	$\frac{1}{6}\sqrt{6} - \frac{5}{9}$	$\frac{1}{2}\sqrt{6} - \frac{2}{3}$
$\frac{1}{6}\sqrt{6} - \frac{1}{3}\sqrt{6}$	$\frac{2}{15}\sqrt{26} - \frac{4}{15}\sqrt{13}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{1}{3}$	$\frac{2}{15}\sqrt{78} - \frac{4}{15}\sqrt{26}$	$\frac{1}{2}\sqrt{6} - \frac{1}{3}\sqrt{2}$
$\frac{2}{57}\sqrt{114} - \frac{4}{15}\sqrt{19}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{1}{3}\sqrt{6}$	$\frac{2}{15}\sqrt{38} - \frac{4}{15}\sqrt{114}$	$\frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3}$	$\frac{2}{15}\sqrt{114} - \frac{4}{15}\sqrt{57}$
$\frac{2}{57}\sqrt{114} - \frac{2}{57}\sqrt{114}$	$\frac{1}{5}\sqrt{2} - \frac{1}{5}$	$\frac{2}{15}\sqrt{38} - \frac{2}{15}\sqrt{19}$	$\frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{1}{5}\sqrt{2}$	$\frac{2}{15}\sqrt{114} - \frac{2}{15}\sqrt{38}$
$\frac{2}{57}\sqrt{114} - \frac{2}{57}\sqrt{57}$	$\frac{2}{15}\sqrt{26} - \frac{2}{15}\sqrt{26}$	$\frac{2}{15}\sqrt{38} - \frac{2}{15}\sqrt{38}$	$\frac{2}{15}\sqrt{78} - \frac{2}{15}\sqrt{13}$	$\frac{2}{15}\sqrt{114} - \frac{2}{15}\sqrt{19}$
$\frac{1}{12}\sqrt{6} - \frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}\sqrt{2} - \frac{1}{5}\sqrt{6}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{1}{5}\sqrt{6}$	$\frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3}$	$\frac{1}{12}\sqrt{6} - \frac{1}{3}\sqrt{3}$
$\frac{1}{12}\sqrt{6} - \frac{1}{6}\sqrt{2}$	$\frac{2}{15}\sqrt{26} - \frac{2}{15}\sqrt{39}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{1}{6}\sqrt{3}$	$\frac{2}{15}\sqrt{78} - \frac{1}{15}\sqrt{78}$	$\frac{1}{12}\sqrt{6} - \frac{1}{6}\sqrt{6}$
$\frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{1}{15}\sqrt{3}$	$\frac{2}{15}\sqrt{26} - \frac{2}{15}\sqrt{26}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{1}{15}\sqrt{2}$	$\frac{2}{15}\sqrt{78} - \frac{2}{15}\sqrt{13}$	$\frac{1}{15}\sqrt{6} - \frac{2}{6}$



# XXVIII. Die Aufgabe der Transformation der Coordinaten in der Krystallographie.

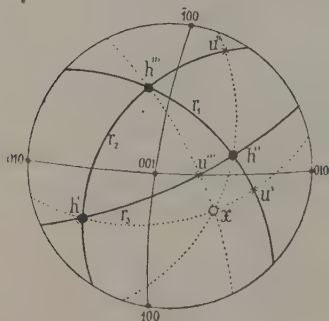
Von

C. Viola in Parma (früher in Rom).

(Mit 1 Textfigur.)

Die Frage, um welche es sich hier handelt, findet keine große Anwendung in der Krystallographie, da sich bei der Messung von zahlreichen Krystallen die geeignetste Orientierung von selbst ergibt. Die Transformation der Coordinaten wird dennoch manchmal verlangt, und sie ist unumgänglich notwendig, wenn es sich darum handelt, die Krystalle der verschiedenen Symmetrien in einer Grundgestalt zu vereinigen. Wie es sich aber auch mit der Wichtigkeit dieser Frage für die Krystallographie verhalten mag, so ist es doch nicht unnütz, diese Frage für alle Krystallographen übersichtlich zu erörtern. Sie ist zwar erledigt seitens vieler Originalarbeiten wie diejenigen von A. T. Kupffer 1826, W. H. Miller 1839, C. Fr. Naumann 1856, Q. Sella 1857, Th. Liebisch 1884; aber

sie kann besser beleuchtet und vereinfacht werden, so daß sie von allen praktischen Krystallographen leicht erfaßt und verwendet werden kann. In dem vorliegenden Aufsätze habe ich mir diese Aufgabe gestellt und hoffe daher auf einige Beachtung.



Es sind drei Krystallflächen gegeben, welche  $h'$ ,  $h''$ ,  $h'''$  genannt sein mögen (siehe die Figur), deren Symbole in dem alten Coordinatensystem resp.  $(h_1' h_2' h_3')$ ,  $(h_1'' h_2'' h_3'')$ ,  $(h_1''' h_2''' h_3''')$  sein sollen. Mit den drei Flächen sind auch ihre drei Zonen  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$  gegeben; und zwar soll  $r_1$  die Zone  $[h'' h''']$ ,  $r_2$  die Zone  $[h''' h']$  und  $r_3$  die Zone  $[h' h'']$



bedeuten. Es seien außerdem  $[r_1' r_1'' r_1''']$ ,  $[r_2' r_2'' r_2''']$  und  $[r_3' r_3'' r_3''']$  die Symbole der genannten drei Zonen  $r_1, r_2, r_3$ .

Die hier zu lösende Aufgabe ist folgende: Das alte Coordinatensystem, im Bezug auf welches die Symbole der Krystallflächen gegeben sind, soll in ein neues Coordinatensystem verwandelt werden, dessen Fundamentalebenen die gegebenen Flächen  $h', h'', h'''$  sind. Gleichzeitig werden die alten Axen des Krystals durch die neuen Axen  $r_1, r_2, r_3$  ersetzt, und die Krystallflächen werden neue Symbole erhalten. So z. B. sei die Fläche  $x$  mit dem alten Symbol  $(x_1 x_2 x_3)$  ins Auge gefaßt; welches Symbol erhält sie nach der Transformation des Coordinatensystems?

Man bemerke vorerst, daß wenn  $y_1, y_2, y_3$  drei Zahlen sind, die Indices  $x_1, x_2, x_3$  der Fläche  $x$  folgenderweise linear dargestellt werden können:

$$(4) \quad \begin{cases} x_1 = y_1 h_1' + y_2 h_1'' + y_3 h_1''', \\ x_2 = y_1 h_2' + y_2 h_2'' + y_3 h_2''', \\ x_3 = y_1 h_3' + y_2 h_3'' + y_3 h_3''', \end{cases}$$

(abgesehen von einem Proportionalitätsfactor), worin die drei Zahlen  $y_1, y_2, y_3$  unabhängig sind von dem zu wählenden Coordinatensystem. Das kann auf elementare Weise leicht bewiesen werden. Man multipliciere zu diesem Zwecke die Gleichungen (4) nacheinander mit  $r_1', r_1'', r_1'''$  und summiere, so erhält man nach dieser Operation folgendes:

$$x_1 r_1' + x_2 r_1'' + x_3 r_1''' = y(h_1' r_1' + h_2' r_1'' + h_3' r_1'''),$$

da die zwei übrigen sich ergebenden Trinome null sind, nämlich:

$$\begin{aligned} h_1'' r_1' + h_2'' r_1'' + h_3'' r_1''' &= 0, \\ h_1''' r_1' + h_2''' r_1'' + h_3''' r_1''' &= 0, \end{aligned}$$

indem die Flächen  $h''$  und  $h'''$  in der Zone  $r_1$  liegen.

Gleiche Operationen lassen sich mit den Indices  $r_2', r_2'', r_2'''$  und resp. mit  $r_3', r_3'', r_3'''$  ausführen, so daß man noch zwei ähnliche Gleichungen erhält:

$$\begin{aligned} x_1 r_2' + x_2 r_2'' + x_3 r_2''' &= y_1 \{h_1'' r_2' + h_2'' r_2'' + h_3'' r_2'''\}, \\ x_1 r_3' + x_2 r_3'' + x_3 r_3''' &= y_1 \{h_1''' r_3' + h_2''' r_3'' + h_3''' r_3'''\}. \end{aligned}$$

Nun sind die Trinome:

$$(2) \quad \begin{cases} h_1' r_1' + h_2' r_1'' + h_3' r_1''' = \Delta_1, \\ h_1'' r_2' + h_2'' r_2'' + h_3'' r_2''' = \Delta_2, \\ h_1''' r_3' + h_2''' r_3'' + h_3''' r_3''' = \Delta_3, \end{cases}$$

einander gleich, und deshalb lassen sich die vorhergehenden Gleichungen auf folgende Weise vereinfachen:

$$(3) \quad \begin{cases} y_1 = x_1 r_1' + x_2 r_1'' + x_3 r_1''', \\ y_2 = x_1 r_2' + x_2 r_2'' + x_3 r_2''', \\ y_3 = x_1 r_3' + x_2 r_3'' + x_3 r_3'''. \end{cases}$$

Aus denselben geht der Beweis hervor, daß es immer möglich ist, wenn  $x_1, x_2, x_3$  und  $h', h'', h'''$  gegeben sind, drei Zahlen  $y_1, y_2, y_3$  so zu bestimmen, daß die drei Indices  $x_1, x_2, x_3$  linear durch  $y_1, y_2, y_3$  ausgedrückt werden können, nach dem Schema der in (4) angegebenen Beziehungen.

Wir wollen nun ferner beweisen, daß die drei Zahlen  $y_1, y_2, y_3$  von dem zu wählenden Coordinatensystem unabhängig sind.

Zu diesem Zwecke schreiben wir die Gleichungen (4) folgenderweise:

$$(4a) \quad \begin{cases} x_1 - y_1 h_1' = y_2 h_1'' + y_3 h_1''' = u_1', \\ x_2 - y_1 h_2' = y_2 h_2'' + y_3 h_2''' = u_2', \\ x_3 - y_1 h_3' = y_2 h_3'' + y_3 h_3''' = u_3'. \end{cases}$$

Es ist klar, daß  $(u_1' u_2' u_3')$  das Symbol einer Fläche  $u'$  ist (siehe die Figur), welche die zwei Zonen  $|h'' h'''|$  und  $|x h'|$  gemein hat. Und es ist bekannt, daß, wenn eine Fläche in einer Zone gelegen ist, die sie bestimmenden Zahlen, hier  $y_2$  und  $y_3$ , unabhängig sind von dem zu wählenden Coordinatensystem. Es folgt also, daß die in der Zone  $r_1 = |h'' h'''|$  liegende Fläche  $u'$  mit der Fläche  $h'$  eine Zone bestimmt, worin auch die Fläche  $x$  liegt; und daß die diese Fläche  $u'$  bestimmenden Zahlen  $y_2$  und  $y_3$  von der Wahl des Coordinatensystems unabhängig sind.

Desgleichen wird sich eine Fläche  $u''$  ergeben, welche in der durch das Paar  $|h''' h'|$  bestimmten Zone  $r_2$  liegt, und mit der Fläche  $h''$  eine Zone geben wird, in der auch die Fläche  $x$  liegen muß. Die diese Fläche  $u''$  bestimmenden Zahlen  $y_3$  und  $y_1$  sind von der Wahl des Coordinatensystems unabhängig, usw.

Es ist infolgedessen bewiesen, daß die in den Gleichungen (4) vorkommenden drei Zahlen  $y_1, y_2, y_3$  unabhängig sein werden von dem zu wählenden Coordinatensystem.

Ist einmal das bewiesen, so wird es erlaubt sein, das Coordinatensystem und somit auch die Indices der Flächen  $h', h'', h'''$  und  $x$  zu ändern, ohne irgend welche Änderung an den Zahlen  $y_1, y_2, y_3$  anzubringen.

Wollen wir nun unser Problem der Transformation wieder aufnehmen, so ändern wir das Coordinatensystem derart, daß die Fundamentelebenen desselben die drei gegebenen Flächen  $h', h'', h'''$  werden, d. h. daß sie die resp. Symbole (100), (010), (001) erhalten. Wir setzen also in den Gleichungen (4):

$$\begin{aligned} h_1' &= 1, & h_2' &= 0, & h_3' &= 0, \\ h_1'' &= 0, & h_2'' &= 1, & h_3'' &= 0, \\ h_1''' &= 0, & h_2''' &= 0, & h_3''' &= 1. \end{aligned}$$

Nennen wir mit  $x_1', x_2', x_3'$  die geänderten Indices der Fläche  $x$ , so erhalten wir aus 4):

$$(4b) \quad x_1 = y_1, \quad x_2 = y_2, \quad x_3 = y_3.$$

Es bedeuten daher die drei Zahlen  $y_1, y_2, y_3$  die Indices der Fläche  $x$ , wenn sie auf das Coordinatensystem  $h', h'', h'''$  bezogen wird, deren Axen die der Zonen  $r_1, r_2, r_3$  sind.

Das Problem der Transformation des Coordinatensystems ist also gelöst, denn die gesuchten Indices  $x_1', x_2', x_3'$  der durch das Symbol  $(x_1 x_2 x_3)$  gegebenen Fläche  $x$  ergeben sich aus (4b) und (3). Wir haben nämlich:

$$(3a) \quad \begin{cases} x_1' = r_1' x_1 + r_1'' x_2 + r_1''' x_3, \\ x_2' = r_2' x_1 + r_2'' x_2 + r_2''' x_3, \\ x_3' = r_3' x_1 + r_3'' x_2 + r_3''' x_3. \end{cases}$$

Die Ähnlichkeit der drei Gleichungen (4) und (3) resp. (3a) springt sofort ins Auge. Sie läßt sich aber noch besser übersehen, wenn wir folgende Betrachtungen anknüpfen.

Wenn einmal die Transformation der Indices mit Hilfe der Ausdrücke (3) ausgeführt worden ist, so lassen sich auch die neuen Indices der zu dem alten Coordinatensystem gehörenden Fundamentalfächen berechnen. Handelt es sich z. B. um das neue Symbol der alten Fläche (400), so brauchen wir nur in (3a)  $x_1 = 1, x_2 = 0, x_3 = 0$  zu setzen. Dadurch erhalten wir:

$$x_1' = r_1', \quad x_2' = r_2', \quad x_3' = r_3'.$$

Das neue Symbol der Fläche (400) wird also sein  $(r_1' r_2' r_3')$ . Desgleichen wird  $(r_1'' r_2'' r_3'')$  das neue Symbol der alten Fundamentalfäche (010) sein in bezug auf das neue Coordinatensystem, und  $(r_1''' r_2''' r_3''')$  wird das neue Symbol der Fläche (001) sein.

Wie also  $(h_1' h_2' h_3')$ ,  $(h_1'' h_2'' h_3'')$  und  $(h_1''' h_2''' h_3''')$  die alten Symbole der neuen gegebenen Fundamentalfächen für das geänderte Coordinatensystem darstellen, so stellen  $(r_1' r_2' r_3')$ ,  $(r_1'' r_2'' r_3'')$  und  $(r_1''' r_2''' r_3''')$  die neuen Symbole der alten Coordinatenflächen dar.

Und ganz analog wie  $[r_1' r_1'' r_1''']$ ,  $[r_2' r_2'' r_2''']$  und  $[r_3' r_3'' r_3''']$  die alten Symbole der neuen Coordinatenachsen darstellen, so stellen  $[h_1' h_1'' h_1''']$ ,  $[h_2' h_2'' h_2''']$  und  $[h_3' h_3'' h_3''']$  die neuen Symbole der alten Coordinatenachsen dar.

Die bis jetzt erhaltenen Ergebnisse können folgendermaßen zusammengefaßt werden. Bei den Transformationsformeln wiederholt sich das bekannte Trinom:

$$x_1 r' + x_2 r'' + x_3 r'''.$$

Dasselbe bedeutet, wenn es Null wird, daß die durch das Symbol  $(x_1 x_2 x_3)$  gegebene Fläche  $x$  in der durch das Symbol  $[r' r'' r''']$  gegebenen Zone  $r$  gelegen ist.

In allen anderen Fällen, in denen das genannte Trinom nicht Null wird, bedeutet sein Wert den neuen Index der durch das Symbol  $(x_1 x_2 x_3)$  gegebenen Fläche  $x$  in bezug auf die neue durch das Symbol  $[r' r'' r''']$  gegebene Axe  $r$ .

Indem die Transformation der Indices einer Fläche  $x$  durch die in (3a) angegebenen Trinome vorgenommen wird, tritt zugleich eine neue Einheitsfläche ein. Es ist nämlich diejenige Fläche, bei welcher:

$$x_1' = x_2' = x_3' = 1 \quad \text{ist.}$$

Führt man dies in den Gleichungen (4) aus, so bekommt man die alten Indices (welche wir mit  $x_1, x_2, x_3$  bezeichnen wollen) der werdenden Einheitsfläche für das neue Coordinatensystem, nämlich:

$$(4) \quad \begin{cases} x_1 = h_1' + h_1'' + h_1''', \\ x_2 = h_2' + h_2'' + h_2''', \\ x_3 = h_3' + h_3'' + h_3'''. \end{cases}$$

Dagegen erhält die Einheitsfläche (111) des alten Coordinatensystems neue Indices in dem neuen Coordinatensystem. Nennen wir sie  $a_1', a_2', a_3'$ , so gehen sie aus den Gleichungen (3a) hervor, wenn man darin  $x_1 = x_2 = x_3 = 1$  setzt. Also:

$$(5) \quad \begin{cases} a_1' = r_1' + r_1'' + r_1''', \\ a_2' = r_2' + r_2'' + r_2''', \\ a_3' = r_3' + r_3'' + r_3'''. \end{cases}$$

Jede Unbestimmtheit, welche aus dem mit den Indices einer Fläche verbundenen Proportionalitätsfactor entstehen mag, verschwindet vollständig durch Hinzufügung der Einheitsfläche. Mag z. B. gegeben sein, daß die Einheitsfläche des neuen Coordinatensystems die gleiche sei wie die Einheitsfläche des alten, so werden wir als neue Indices der gegebenen Fläche  $x$  nicht etwa  $x_1', x_2', x_3'$  nehmen, sondern die Verhältnisse:

$$(6) \quad \frac{x_1'}{a_1'} : \frac{x_2'}{a_2'} : \frac{x_3'}{a_3'}.$$

Wollte man ferner die Transformation derart vornehmen, daß eine ganz bestimmte Fläche z. B.  $(e_1 e_2 e_3)$  Einheitsfläche des transformierten Systems werden muß, so werden wir vor allem die neuen Indices  $e_1', e_2', e_3'$  dieser Fläche zu bestimmen haben, und zwar nach denselben Gleichungen (3a), also:

$$(7) \quad \begin{cases} e_1' = r_1' e_1 + r_1'' e_2 + r_1''' e_3, \\ e_2' = r_2' e_1 + r_2'' e_2 + r_2''' e_3, \\ e_3' = r_3' e_1 + r_3'' e_2 + r_3''' e_3, \end{cases}$$

und dann als Indices der gegebenen Fläche  $x$  nicht die Zahlen  $x_1', x_2', x_3'$  oder ihre Verhältnisse  $x_1' : x_2' : x_3'$ , sondern die Verhältnisse:

$$(8) \quad \frac{x_1'}{e_1'} : \frac{x_2'}{e_2'} : \frac{x_3'}{e_3'}$$

annehmen.

Beispiele. Als erstes Beispiel wollen wir eine Transformation vornehmen, worin nur eine Axe des Coordinatensystems geändert wird. So z. B. soll an Stelle der Axe  $[100]$  die Axe der Zone  $[211]$  treten. Wir suchen also, was das Symbol  $(x_1 x_2 x_3)$  einer gegebenen Fläche  $x$  wird. Nach den vorhergehenden Auseinandersetzungen haben wir nur den Wert des Trinoms:

$$x_1 r_1' + x_2 r_1'' + x_3 r_1'''$$

zu bestimmen, wo  $[r_1' r_1'' r_1'''] = [211]$  ist. Sein Wert ist:

$$2x_1 + x_2 + x_3.$$

Die neuen Indices der Fläche  $(x_1 x_2 x_3)$  werden daher sein:

$$x_1' = 2x_1 + x_2 + x_3,$$

$$x_2' = x_2,$$

$$x_3' = x_3.$$

Indem nun dieses neue Symbol der Fläche  $(x_1 x_2 x_3)$  eingeführt wird, ist die neue Einheitsfläche gegeben. Welches Symbol diese Fläche hat, geht aus  $x_1' = x_2' = x_3' = 1$  hervor. Die Ausrechnung gibt also als altes Symbol der neuen Einheitsfläche  $(\bar{1}22)$ . Will man, daß die alte Einheitsfläche auch für das transformierte Coordinatensystem bestehen bleibt, so hat man zuerst die neuen Indices der alten Einheitsfläche nach den vorhergehenden Gleichungen zu bestimmen, indem man darin  $x_1 = x_2 = x_3 = 1$  macht. Diese neuen Indices sind:

$$a_1' = 2 + 1 + 1 = 4,$$

$$a_2' = 1,$$

$$a_3' = 1.$$

Man nimmt also als neue Indices der Fläche  $(x_1 x_2 x_3)$  folgende Verhältnisse:

$$\frac{2x_1 + x_2 + x_3}{4} : \frac{x_2}{1} : \frac{x_3}{1},$$

oder:

$$2x_1 + x_2 + x_3 : 4x_2 : 4x_3.$$

Das aus diesen Verhältnissen hervorgehende Symbol der Fläche  $x$  ist also bezogen auf die Axen  $[211]$ ,  $[010]$ ,  $[001]$ , während das Symbol  $(x_1 x_2 x_3)$  auf die Axen  $[100]$ ,  $[010]$ ,  $[001]$  bezogen ist. Und in beiden Systemen ist die Einheitsfläche  $(111)$  dieselbe geblieben.

Als zweites Beispiel betrachten wir die Transformation der Coordinaten bei den Feldspäten.

Diese wichtige Mineralspecies ist der Gegenstand zahlreicher experimenteller und theoretischer Untersuchungen gewesen. Ihre gewöhnliche Aufstellung drückt sich so aus, daß die Zone *MIT* vertical steht, und die vollkommene Spaltungsebene *P* nach oben vorn liegt. Aus dieser Orientierung und der monoklinen und triklinen Symmetrie folgend, erlangen die ähnlichen und ähnlich ausgebildeten Flächen verschiedene Bezeichnung so,



daß die Grundgestalt der Feldspäte dadurch in den Hintergrund tritt. Verschiedene Krystallographen haben sich damit beschäftigt, diesen Übelstand zu heben. Schon Chr. S. Weiß betrachtete den Orthoklas als pseudotetragonal, dagegen hielten Mallard, Wallerant und andere die Grundgestalt der Feldspäte für pseudokubisch. Fedorow ist auch in diese Richtung eingetreten, indem er bemerkte, daß die Zone  $MP$  sich als pseudotetragonal-isotrop, und die Zone  $MLT$  als pseudohexagonal-isotrop verhält<sup>1)</sup>. In einer späteren Note bemerkte Fedorow<sup>2)</sup>, daß die Feldspäte tetragonaloid und hexagonaloid aufzufassen sind, oder sogar mit größerer Sicherheit als hexagonaloid aufgefaßt werden müssen. Absolut sicher nennt später Fedorow die Structur der Feldspäte oktaëdrisch<sup>3)</sup>.

In meinen Grundzügen der Krystallographie<sup>4)</sup> zeigte ich, daß die ganze Entwicklung der Flächen bei den Feldspäten um die Fundamentelemente des Dodekaëders herum entwickelt sind, und daß gerade die vier Zonen des Dodekaëders dominieren. Als dodekaëdrisch erhalten die Feldspäte als Fundamentalflächen  $n(0\bar{2}1)$ ,  $c(021)$ ,  $y(\bar{2}01)$  und als Einheitsfläche  $(\bar{2}03)$ . Auf diese Flächen hat auch Fedorow<sup>5)</sup> die Grundgestalt der Feldspäte bezogen.

Die Feldspäte bieten uns deshalb ein schönes und reiches Beispiel der Transformation der Coordinaten.

Die Aufgabe der Transformation der Coordinaten reducirt sich auf folgendes, daß man als neue Fundamentalflächen die Krystallflächen:

$$\begin{aligned} h' \dots (h_1' h_2' h_3') &= (0\bar{2}1), \\ h'' \dots (h_1'' h_2'' h_3'') &= (021), \\ h''' \dots (h_1''' h_2''' h_3''') &= (\bar{2}01) \quad \text{nimmt.} \end{aligned}$$

Man bestimmt vorerst nach der gewöhnlichen Methode die drei Zonen:

$$\begin{aligned} r_1 \dots |h'' h'''| \dots [r_1' r_1'' r_1'''] &= [1\bar{1}2], \\ r_2 \dots |h''' h'| \dots [r_2' r_2'' r_2'''] &= [112], \\ r_3 \dots |h' h''| \dots [r_3' r_3'' r_3'''] &= [\bar{2}00] \text{ } ^6). \end{aligned}$$

Und schließlich wendet man, um die Indices irgend einer Fläche  $x$  zu bestimmen, deren Symbol in der monoklinen und triklinen Orientierung  $(x_1 x_2 x_3)$  ist, die Gleichungen (3a) an.

Sie liefern uns als Indices des neuen Symbols:

$$\begin{aligned} x_1' &= x_1 - x_2 + 2x_3, \\ x_2' &= x_1 + x_2 + 2x_3, \\ x_3' &= -2x_1. \end{aligned}$$

4) E. v. Fedorow, diese Zeitschr. **35**, 50; **39**, 444.

2) E. v. Fedorow, ebenda **39**, 360. 3) Derselbe, ebenda **40**, 543.

4) C. Viola, Grundzüge der Krystallographie, S. 109.

5) E. v. Fedorow, diese Zeitschr. **39**, 360.

6) Man schreibt hier  $[\bar{2}00]$  anstatt  $[\bar{1}00]$ , damit der Beziehung  $\mathcal{A}_1 = \mathcal{A}_2 = \mathcal{A}_3$  Gleichung (2), Genüge geleistet wird.

Es ist klar, daß die Einheitsfläche (111) für die monokline und triklinische Aufstellung nicht Einheitsfläche bleiben kann, wenn die Transformation der Indices nach den letzten Beziehungen vorgenommen wird. Setzt man in der That in diesen Gleichungen  $x_1 = x_2 = x_3 = 1$ , so werden die neuen Indices  $a_1', a_2', a_3'$  der alten Einheitsfläche:

$$\begin{aligned} a_1' &= 1 - 1 + 2 = 2, \\ a_2' &= 1 + 1 + 2 = 4, \\ a_3' &= -2. \end{aligned}$$

Also erhält die Einheitsfläche der monoklinen und triklinischen Aufstellung das neue Symbol (12 $\bar{1}$ ) der dodekaëdrischen Grundgestalt.

Dagegen, wenn man in denselben Gleichungen  $x_1' = x_2' = x_3' = 1$  setzt, wird man die alten Indices  $x_1, x_2, x_3$  derjenigen Fläche erhalten, welche in der dodekaëdrischen Grundgestalt Einheitsfläche wird. Die Gleichungen liefern nämlich:

$$\begin{aligned} x_1 &= 0 + 0 - 2 = \bar{2}, \\ x_2 &= -2 + 2 + 0 = 0, \\ x_3 &= 1 + 1 + 1 = 3. \end{aligned}$$

D. h. die Einheitsfläche für die dodekaëdrische Grundgestalt wird diejenige Fläche sein, deren Symbol in der triklinen oder monoklinen Aufstellung ( $\bar{2}$ 03) ist.

Hier schreibe ich endlich die Symbole der wichtigsten Flächenpaare für die Feldspäte in der alten und neuen Aufstellung:

Flächen:	Symbole in der monoklinen und triklinen Aufstellung:	Symbole in der dodekaëdrischen Aufstellung:
<i>M</i>	(010)	( $\bar{1}$ 10)
<i>l</i>	(110)	(01 $\bar{1}$ )
<i>T</i>	(1 $\bar{1}$ 0)	(10 $\bar{1}$ )
<i>P</i>	(001)	(110)
<i>o</i>	( $\bar{1}$ 11)	(011)
<i>p</i>	( $\bar{1}\bar{1}$ 1)	(101)
<i>n</i>	(0 $\bar{2}$ 1)	(100)
<i>e</i>	(021)	(010)
<i>y</i>	( $\bar{2}$ 01)	(001)
<i>h</i>	(100)	(11 $\bar{2}$ )
<i>f</i>	(130)	(1 $\bar{2}$ 1)
<i>x</i>	(1 $\bar{3}$ 0)	( $\bar{2}$ 11)
<i>g</i>	( $\bar{2}$ 03)	(111)
<i>v</i>	( $\bar{2}\bar{1}$ 1)	(1 $\bar{1}$ 1)
—	(201)	( $\bar{1}$ 11)
<i>w</i>	( $\bar{2}$ 11)	( $\bar{1}\bar{1}$ 1)

{110}

{100}

{1 $\bar{2}$ 1}

{111}

usw.

usw.

Jedermann sieht daraus, daß die neue Bezeichnung, da sie viel einfacher ist als die alte, auch den Ausdruck der wahren Grundgestalt der Feldspäte vergegenwärtigt, soviel die Erfahrung bis jetzt mit Sicherheit festgestellt hat.

Wenn man bei der Transformation der Coordinaten von den Symbolen  $(0\bar{2}1)$ ,  $(021)$ ,  $(\bar{4}02)$  ausgegangen wäre, so würde man doch immer zu denselben Ergebnissen gekommen sein. Es bekämen in der Tat in diesem Falle die Zonen  $r_1, r_2, r_3$  die resp. Symbole  $[1\bar{4}2]$ ,  $[112]$  und  $[\bar{4}00]$  anstatt  $[\bar{2}00]$  (s. S. 608), und folglich hätte man für die Indices der Fläche  $x$  zu schreiben:

$$\begin{aligned}x_1'' &= x_1 - x_2 + 2x_3, \\x_2'' &= x_1 + x_2 + 2x_3, \\x_3'' &= -x_1.\end{aligned}$$

Dann aber wäre die Einheitsfläche  $(\bar{4}01)$  in den alten Coordinaten ausgedrückt.

Wollte man wie vorher als Einheitsfläche  $(\bar{2}03)$  erhalten, so müßte man zuerst sehen, welchem Symbol  $(e_1' e_2' e_3')$  in den neuen Coordinaten dieselbe entspricht. Man muß zu diesem Zwecke in den letzten Gleichungen  $x_1 = -2$ ,  $x_2 = 0$  und  $x_3 = 3$  setzen. Dadurch erhält man  $(e_1' e_2' e_3') = (221)$  und folglich wird man als neue Indices der Fläche  $x$  die Verhältnisse nehmen:

$$\frac{x_1''}{2} : \frac{x_2''}{2} : \frac{x_3''}{1},$$

oder, was dasselbe ist:

$$x_1 - x_2 + 2x_3 : x_1 + x_2 + 2x_3 : -2x_1.$$

Und diese sind eben dieselben Verhältnisse  $x_1' : x_2' : x_3'$ , wie sie früher (S. 608) berechnet wurden.

## XXIX. Mischkrystalle von $K_2SO_4$ und $K_2CrO_4$ .

Von

L. Stibing in St. Petersburg.

---

### Einleitung.

Über die Abhängigkeit der Krystallform von der Zusammensetzung isomorpher Mischkrystalle existiert schon eine größere Anzahl von Arbeiten. Während die früheren — in der Zeit von Mitscherlich bis Rammelsberg — nur Angaben über die Mischkrystalle selbst enthalten, haben die späteren Autoren — von Rammelsberg an — auch Angaben über die Lösungen, aus welchen die Krystalle sich ausgeschieden hatten, gemacht. Aber diese Angaben sind sehr kurz und nicht systematisch. Im Jahre 1894 hat dann B. Roozeboom<sup>1)</sup> gezeigt, daß die systematische Untersuchung der Lösung und die der ausgeschiedenen Krystalle eines Salzpaares die Möglichkeit gibt, Mischkrystalle von Schicht- oder schaligen Krystallen zu unterscheiden.

Die Krystallographen haben diese Mittel bis jetzt kaum gebraucht. Die Chemiker aber haben eine Reihe von Tabellen der Löslichkeit verschiedener isomorpher Salzpaare ausgearbeitet, ohne die Krystalle goniometrisch zu untersuchen, weil sie unter ihren Versuchsbedingungen keine meßbaren Krystalle erhalten hatten.

In derselben Zeit erkannte man, daß eine einfache Vergleichung der Axenverhältnisse nicht genügt, um ein Urteil über die Verhältnisse der geometrischen Constanten zur chemischen Zusammensetzung der Mischkrystalle zu bilden.

»Die üblichen krystallographischen Axenverhältnisse«, schreibt P. Groth<sup>2)</sup>, »geben nun aber diese relativen Dimensionen für jeden Körper so an, daß

---

1) Zeitschr. f. phys. Chemie 1894, 8, 514.

2) Einleitung in die chemische Krystallographie von P. Groth, 1904, 25.

eine derselben als Einheit dient, wobei die Beziehung, in welcher diese Einheit zu derjenigen eines anderen Körpers steht, unbekannt bleibt.«

Daher haben in der neuesten Zeit einige Forscher den Begriff der »topischen« Axen entwickelt<sup>1)</sup>, bei welchem die Willkür in der Wahl der Einheit vermieden ist.

Dieser kurze historische Überblick zeigt also, daß eine vollständige und systematische Untersuchung von Mischkrystallen aus folgenden drei Teilen bestehen soll:

Ia. Bestimmung der Löslichkeit des isomorphen Salzpaares, zur Prüfung der Homogenität der Krystalle.

b. Züchtung meßbarer Krystalle unter den gleichen Bedingungen (Temperatur, Zeit, Druck, Concentration der Lösung, Menge der Lösung, Form, Größe und Material der Gefäße) wie in a.

II. Goniometrische Untersuchung.

III. Bestimmung des specifischen Gewichtes zur Berechnung der topischen Axen und zur Controlle der Homogenität der gemessenen Krystalle.

Die folgende Arbeit ist nach diesem Schema angelegt.

## Allgemeiner Teil.

Nach einigen Vorversuchen habe ich das isomorphe Salzpaar  $K_2SO_4$  und  $K_2CrO_4$  aus folgenden Gründen gewählt. Diese beiden isomorphen Salze liefern leicht gute rhombische bipyramidale Krystalle. Beide sind von »hypohexagonalem Typus« (nach v. Fedorow). Sie zeigen eine ziemlich große Verschiedenheit analoger Winkel, welche nach Tutton<sup>2)</sup> und Mitscherlich<sup>3)</sup> zwischen den Flächen  $q:q = \{011\} : \{0\bar{1}1\}$   $10^{\circ}16'$  erreicht.

Die Differenz der spec. Gewichte nach Bestimmungen von Herrn Retgers<sup>4)</sup> (von  $K_2SO_4$ ) und Hrn. Goßner<sup>5)</sup> (von  $K_2CrO_4$ ) ist 0,075. Die Differenzen der topischen Axen, aus den Angaben von Retgers, Tutton, Mitscherlich von Goßner berechnet, sind für:

$$\chi = 0,1119, \quad \psi = 0,1305, \quad \omega = 0,0908.$$

Diese Werte sind also so verschieden, daß ein deutlicher Einfluß der Zusammensetzung auf genannte Eigenschaften zu erwarten war.

Zwar wurden Mischkrystalle dieser Salzpaare schon von anderen Forschern dargestellt, aber die geometrischen Angaben sind sehr kurz.

1) Muthmann, diese Zeitschr. 1894, **22**, 497.

2) Tutton, diese Zeitschr. 1895, **24**, 1.

3) Mitscherlich, Pogg. Ann. 1830, **18**, 168.

4) Retgers, Zeitschr. f. phys. Chemie 1890, **6**, 222.

5) Goßner, diese Zeitschr. 1904, **39**, 155.



Im Jahre 1868 hat P. v. Groth<sup>1)</sup> aus verschiedenen Lösungen erhaltene Mischkrystalle untersucht und einen zweifachen Habitus von Krystallen nachgewiesen. Die Krystalle waren aber infolge complicierter Zwillingsverwachsung unmeßbar. Nur die Lösung von drei Äquiv.  $K_2CrO_4$  auf ein Äquiv.  $K_2SO_4$  hat einen einfachen, meßbaren Krystall geliefert. Die gefundenen Winkel, welche der Verfasser angibt, sind folgende:  $2A = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 48^\circ 46'$ ,  $2C = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 66^\circ 42'$ , und die entsprechenden Axenverhältnisse:

$$a : b : c = 0,5728 : 1 : 0,7444.$$

Später hat Wyrouboff<sup>2)</sup> die optischen Eigenschaften solcher Salzpaare untersucht und über den Zusammenhang der Krystallform und der chemischen Zusammensetzung sich in folgender Weise ausgesprochen: »Lorsque la proportion de chromate arrive à  $44\frac{0}{10}$  du mélange . . . le sel est encore géométriquement du sulfate de potasse — les cristaux sont en majeure partie de combinaison de  $m$ ,  $e'$ ,  $g'$  avec cette dernière face très développée; quelque centièmes encore de chromate et la forme change, la face  $g'$  disparaît, et les face  $e' = (101)$  domine, en même temps les cristaux deviennent troubles et restent tels même lorsque la quantité du sulfate ne dépasse par 2 ou  $3\frac{0}{10}$ .«

Ebenso wurde die Löslichkeit desselben Salzpaars von Rammelsberg<sup>3)</sup>, Herz (bei  $t^0 = 25^\circ$ )<sup>4)</sup> und Fock (bei  $t^0 = 25^\circ$ )<sup>5)</sup> bestimmt.

Gute meßbare Mischkrystalle konnte ich nur bei  $10^\circ$  R. erhalten.

#### Löslichkeit von $K_2SO_4$ und $K_2CrO_4$ in Wasser<sup>6)</sup>.

100 Gew.-Teile Wasser lösen	Gew.-Teile von
Temperatur:	$K_2SO_4$ $K_2CrO_4$
10°	9,7      62,4
20°	10,9      —
27° 37'	—      66,3
30°	12,3      —

Da, wie aus dieser Tabelle ersichtlich ist, die Löslichkeit von beiden reinen Salzen sehr wesentlich von der Temperatur abhängig ist, hielt ich es für notwendig, sie für die Mischkrystalle bei der angegebenen Temperatur von  $10^\circ$  zu bestimmen.

1) Pogg. Ann. 1868, **133**, 244.

2) Bull. de la Soc. min. de France 1879, **2**, 96.

3) Pogg. Ann. 1854, **91**, 324.

4) Zur Kenntnis der Löslichkeit von Mischkrystallen. Inaugural-Dissertation, Berlin 1895.

5) Diese Zeitschr. 1897, **28**, 379.

6) Dr. H. Landolt und Dr. R. Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen. Berlin 1894.

## Experimenteller Teil.

### Ia.b. Bestimmung der Löslichkeit und Züchtung meßbarer Krystalle.

Um mit der gesättigten Lösung in Gleichgewicht befindliche Mischkrystalle dieses Salzpaares zu erhalten, wurde folgendermaßen verfahren: Circa 40 g-Mol. von beiden Salzen wurden in siedendem Wasser gelöst, aber so, daß in der ersten Lösung sich von einem Salze 4 g-Mol. auf 9 g-Mol. des anderen befand, in der zweiten Lösung auf 2 g-Mol. des ersten 8 g-Mol. des zweiten und so weiter.

Die Flüssigkeiten wurden in einen Keller, dessen Temperatur während der ganzen Dauer der Versuche von  $10^{\circ}$  bis  $14^{\circ}$  R. schwankte, zum Abkühlen gestellt. Nach vier Tagen wurden die ausgeschiedenen Krystalle abfiltriert und in die Lösung einige cem Wasser eingegossen, um völlige Sättigung der Lösungen zu vermeiden. Dadurch hatte sich die frühere Zusammensetzung der Lösungen ein wenig verändert. Nach zwei Tagen, in welchen trotz öfteren Umschütteln keine Krystalle ausgeschieden wurden, wurde jede Portion der Flüssigkeiten von circa 4400 cem in zwei geteilt und zur Krystallisation über concentrirter Schwefelsäure gebracht. Alle »ersten« Portionen der Lösungen wurden, um sie gegen kleine Temperaturänderungen und plötzliche störende Einflüsse zu schützen, in einen Holzkasten (hermetisch) mit Schwefelsäure eingeschlossen und diese in einen größeren, fest schließenden Kasten so eingestellt, daß der erste mit einer 5—10 cm dicken Luftschicht umgeben war. Die hier ausgeschiedenen Krystalle wurden zur goniometrischen Untersuchung gebraucht.

Die »zweiten« Teile der Lösungen wurden über concentrirter Schwefelsäure nur in einen gut schließenden Holzkasten gestellt; diese Lösungen wurden täglich öfters umgeschüttelt, um die Ausbildung einer Schichtung zu vermeiden und ein möglichst vollständiges Gleichgewicht zwischen Lösung und Krystallen zu erreichen.

Die Krystallisation dauerte so lange, bis sich 4—5 g Krystalle ausgeschieden hatten. Sie wurden abfiltriert und auf weichem Filtrierpapier getrocknet.

Die durch Eindunsten der öfters umgerührten Lösungen erhaltenen Mischkrystalle und deren Lösungen selbst wurden zur Bestimmung der Löslichkeit des betreffenden Salzpaares bei der Temperatur von  $10^{\circ}$  R. gebraucht. Ihre Zusammensetzung wurde durch Schwefel- und Chrombestimmung ermittelt. Das Chrom wurde mit salpetersaurem Quecksilberoxydul gefällt und als  $Cr_2O_3$  gewogen,  $SO_3$  durch Fällung mit  $BaCl_2$  als  $BaSO_4$  bestimmt. In den Krystallen wurde der  $K_2SO_4$ -Gehalt aus der Differenz berechnet.

Die Analysenresultate enthält folgende Tabelle (siehe Tabelle I).

$t^0$  40° R.

Tabelle I.

 $t^0$  40° R.

Nr. der Reihe	4 l Lös. enthält Gramme von	Molekularconcentration per Liter Lösung Gramm-Moleküle				Zusammensetzung der Lösung in Mol.-%				Molekularconcentration der Kry- stalle in angewendeten Mengen				Zusammensetzung der Krystalle in Molek.-%				Nr. der Reihe
		$K_2SO_4$	$K_2CrO_4$	$c'$	$c$	$c_1$	$c_2$	$K_2SO_4$	$K_2CrO_4$	$c'$	$c$	$c_1$	$c_2$	$K_2SO_4$	$K_2CrO_4$	$\frac{c_1 \cdot 400}{c_1 + c_2} = m$	$100 - m$	
I.	83,44	44,44	0,4788	0,0744	4	0,4548	86,93	43,05	4	0,0033	0,0033	4	0,0027	99,70	0,30			I.
II. <sup>1)</sup>	84,46	23,50	0,4848	0,4209	4	0,2493	80,00	20,00	4	0,0092	0,0092	4	0,0046	99,50	0,50			II. <sup>1)</sup>
III.	74,72	54,35	0,4289	0,2642	4	0,6458	62,34	37,66	4	0,0237	0,0237	4	0,0087	99,10	0,90			III.
IV. <sup>1)</sup>	63,26	76,26	0,3746	0,3923	4	1,0474	48,22	51,78	4	0,0223	0,0223	4	0,0415	98,84	4,49			IV. <sup>1)</sup>
V.	56,64	122,44	0,3250	0,6284	4	1,9329	34,42	65,58	4	0,0394	0,0394	4	0,0189	98,13	4,87			V.
VI. <sup>1)</sup>	49,36	146,63	0,2834	0,7543	4	2,6649	27,32	72,68	4	0,0355	0,0355	4	0,0248	97,56	2,44			VI. <sup>1)</sup>
VII.	40,34	198,23	0,2316	1,0497	4	4,4034	18,53	81,47	4	0,0603	0,0603	4	0,0710	93,45	6,55			VII.
VIII. <sup>1)</sup>	33,70	239,29	0,1935	1,3338	4	6,8946	12,67	87,33	4	0,0380	0,0380	4	0,0929	94,74	8,26			VIII. <sup>1)</sup>
IX.	25,45	358,66	0,1434	1,8450	4	12,8676	7,21	92,79	4	0,0892	0,0892	4	0,2805	78,12	24,88			IX.
X. <sup>1)</sup>	24,78	404,37	0,1424	2,0617	4	14,5590	6,42	93,58	4	0,0726	0,0726	4	0,6235	64,53	38,47			X. <sup>1)</sup>
XI. <sup>1)</sup>	6,35	522,30	0,0364	2,6367	4	73,7475	4,35	98,65	4	0,0603	0,05795	4	9,6442	9,44	90,59			XI. <sup>1)</sup>

4) Die zur goniometrischen Untersuchung gebrauchten Reihen.

$c$  und  $c'$  bezeichnen die Molekularconcentration der beiden Componenten in der Lösung (bezüglich in den Mischkrystallen), d. i. die Anzahl der Gesamtmoleküle in 1 l Lösung (oder in der angewandten Menge der Mischkrystalle).

$c_1$  und  $c_2$  ist dasselbe, nur ist die Anzahl der Grammmoleküle einer  $(K_2SO_4)$ -Componente als Eins angenommen,  $\frac{c}{c'} = c_2$ . Die Zusammensetzung der Lösung und Mischkrystalle in Molekülprocenten wurde berechnet nach folgender Formel:

$$\frac{c_1 \cdot 100}{c_1 + c_2} = n \text{ (bezüglich Mischkrystalle — } m\text{);}$$

so daß  $n$  und  $100 - n$  (bezüglich  $m$  und  $100 - m$ ) die Anzahl der Moleküle der einzelnen Componenten auf 100 Moleküle der beiden Componenten zusammengenommen ist.

In der Tabelle angegebene Analysenresultate wurden mit siebenstelligen Logarithmen berechnet.

Die Analysenzahlen der Krystalle beziehen sich auf deren mittlere Zusammensetzung: die zuerst ausgeschiedenen Krystalle sind nämlich reicher an  $K_2SO_4$ , als die späteren. Die Analyse der Lösung entspricht ihrer Zusammensetzung bei der letzten Ausscheidung.

Die in Ruhe ausgeschiedenen Mischkrystalle sollten theoretisch genau wie die anderen zusammengesetzt sein. Obwohl die Analyse einzelner Krystalle je nach dem zufälligen größeren oder kleineren  $Cr$ -Gehalt wechselnde Resultate ergeben könnte, habe ich auch die in Ruhe gebildeten Krystalle analysiert. Die Resultate sind sehr ähnlich den in der Tabelle angegebenen. Die sehr kleinen Unterschiede kann man ebensogut auf die Analysenfehler zurückführen, wie auf eine ungünstige Auswahl der Krystalle. Die Übereinstimmung der Zusammensetzung der beiden Arten von Mischkrystallen wird im III. Teile dieser Arbeit bei Bestimmung des spec. Gewichtes noch bestätigt werden.

Beim Vergleiche der Löslichkeitscurve bei 40° R. mit den von Fock und Herz dargestellten Curven ergibt sich ein gleichartiger Charakter der Löslichkeit der Mischkrystalle bei diesen verschiedenen Temperaturen; nur nähert sich die Curve bei 40° mehr einer Geraden, d. h. die Löslichkeit ist angenähert eine lineare Function der Zusammensetzung geworden. Sie zeigt aber wie bei der Curve 25° einen Knick: in ihrem ersten Teile, wo der Gehalt der Krystalle an  $K_2CrO$  bis ca. 8 Mol.-% geht, bringt eine große Concentrationsänderung der Lösung eine geringe Änderung in der Zusammensetzung der Mischkrystalle hervor, im zweiten entspricht umgekehrt einer großen Änderung der Zusammensetzung der Krystalle eine relative kleine Änderung der Lösung. Infolgedessen sind die ersten Krystalle

beinahe homogen, die aus letzteren Lösungen ausgeschiedenen mehr »Schichtkrystalle«. Aus diesem Grunde finden bei denjenigen Mischkrystallen, welche an  $K_2CrO_4$  reicher sind, bei Bestimmung des spec. Gewichtes, den goniometrischen Messungen und Analysen der einzelnen Individuen größere Schwankungen statt.

Zu der im zweiten Teile dieser Arbeit folgenden krystallographischen Untersuchung wurden aus elf dargestellten Reihen sechs — die Nr. II, IV, VI, VIII, X, XI — Reihen so gewählt, daß der Gehalt von  $K_2CrO_4$  in den ersten vier kleiner als 9% ist. Sie sind also beinahe homogen. Dabei ist die chemische Zusammensetzung der ersten drei Reihen sehr ähnlich, doch enthält die Reihe Nr. IV doppelt und die Nr. VI viermal soviel  $K_2CrO_4$  wie die Reihe Nr. II (Gehalt in Molek.-%). Die anderen zwei Reihen sind an  $K_2CrO_4$  viel reicher und also mehr Schichtkrystalle. Wegen dieser Neigung, Schichtkrystalle zu bilden, wurden hier nur zwei Reihen zur Untersuchung genommen.

Eine solche Auswahl der Reihen von Mischkrystallen gibt die Möglichkeit, die krystallographischen Änderungen nachzuweisen, welche von sehr geringer und welche von größerer Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung von Mischkrystallen verursacht werden.

## II. Goniometrische Untersuchung.

An den dargestellten Mischkrystallen lassen sich deutlich zwei verschiedene Arten des Habitus feststellen.

Die  $K_2SO_4$ -reichen Krystalle sind gut ausgebildet, groß und durchsichtig. Die Größe und die Regelmäßigkeit der Krystalle nimmt gleichmäßig ab mit der Zunahme des Gehaltes an  $K_2CrO_4$ . Wenn der  $K_2CrO_4$ -Gehalt ca. 40 Mol.-% erreicht, so sind die Krystalle sehr klein, verzerrt und haben schlecht ausgebildete Endflächen; zu gleicher Zeit werden sie dem Habitus der Krystalle von  $K_2CrO_4$  ähnlich. Bei weiterer Vergrößerung des Gehaltes an  $K_2CrO_4$  werden die Mischkrystalle wieder größer und besser ausgebildet.

Die Häufigkeit der Zwillingbildung hängt erstens von der chemischen Zusammensetzung der Mischkrystalle ab, indem die mittleren Reihen (z. B. Nr. VI) besonders leicht Zwillinge bilden. Zweitens ist auch die Krystallisationstemperatur von Einfluß, da P. Groth<sup>1)</sup>, welcher bei gewöhnlicher Zimmertemperatur (Privatmitteilung) arbeitete, fast ausschließlich Zwillinge erhielt, während ich, bei 40° R. krystallisierend, häufig einfache Krystalle erhielt.

Die  $a$ -Axen wurden meistens aus den Winkeln  $p : b = (410) : (040)$

1) Pogg. Ann. 1868, 133, 214.



[mit \* bezeichnet] berechnet. Die  $c$ -Axen aber wurden in vier Reihen als Mittelwert verschiedener mit \*\* bezeichneter Winkel berechnet.

II. Reihe: 0,50 Mol.-% von  $K_2CrO_4$ .

$$a : b : c = 0,5727 : 1 : 0,7434.$$

	Gem.:	Schwank. d. mittl. Beob. einz. Kryst.:	Ber.:	Diff.:	Zahl der Ablesung.:
$q : b = (011) : (010) =$	*53°23'	$\pm 9'$	53°22'	+1'	18
$q_2 : q = (024) : (011)$	19 31	$\pm 12$	19 27	+4	13
$q_2 : b = (024) : (010)$	33 52	$\pm 16$	33 55	-3	9
$p : b = (110) : (010)$	*60 12	$\pm 2$	—	—	12
$p_2 : p = (130) : (110)$	30 0	$\pm 2$	30 0	0	9
$p_2 : b = (130) : (010)$	30 12	$\pm 1$	30 12	0	10
$o : q = (111) : (011)$	46 9	$\pm 4$	46 10	-1	32
$o : p = (111) : (110)$	*33 48	$\pm 2$	33 46	+2	25
$o : b = (111) : (010)$	65 36	$\pm 5$	65 36	0	18
$o/2 : p = (112) : (110)$	*53 13	$\pm 2$	53 12	+1	28

IV. Reihe: 1,19 Mol.-% von  $K_2CrO_4$ .

$$a : b : c = 0,5723 : 1 : 0,7436.$$

	Gem.:	Schwank. d. mittl. Beob. einz. Kryst.:	Ber.:	Diff.:	Zahl der Ablesung.:
$b : q = (011) : (010) =$	*53°22'	$\pm 3'$	—	—	21
$q_2 : q = (024) : (011)$	19 30	$\pm 10$	19°27'	+3'	23
$q_2 : b = (024) : (010)$	33 53	$\pm 15$	53 55	-2	20
$p : b = (110) : (010)$	*60 13	$\pm 1$	—	—	10
$p_2 : p = (130) : (110)$	30 1	$\pm 2$	30 0	+1	12
$p_2 : b = (130) : (010)$	30 12	$\pm 1$	30 13	-1	12
$o : q = (111) : (011)$	46 13	$\pm 2$	46 12	+1	14
$o : p = (111) : (110)$	33 46	$\pm 4$	33 45	+1	20
$o : b = (111) : (010)$	65 34	$\pm 7$	65 36	-2	11
$o/2 : p = (112) : (110)$	53 11	$\pm 36$	53 12	-1	14

VI. Reihe: 2,44 Mol.-% von  $K_2CrO_4$ .

Diese Krystalle hatten sich aus einer Lösung von 2,6619 Äquiv. von  $K_2CrO_4$  auf 1 Äquiv.  $K_2SO_4$  ausgeschieden. Die von P. v. Groth gemessenen, einzelnen Individuen wurden aus einer Lösung von 3 Äquiv.  $K_2CrO_4$  auf 1 Äquiv.  $K_2SO_4$  erhalten. Vermutlich gehört der von P. v. Groth gemessene Mischkrystall zu dieser Reihe. Die Verschiedenheit in den Axenverhältnissen, welche der genannte Forscher angibt und den von mir gefundenen, ist auf schlechte Ausbildung dieser einzelnen Krystalle zurückzuführen. Die Winkelwerte liegen in der normalen Grenze der Schwankungen.

$$a : b : c = 0,5719 : 1 : 0,7445.$$

	Gem.:	Schwank. d. mittl. Beob. einz. Kryst.:	Ber.:	Diff.:	Zahl der Ablesung.:
$q : b = (011) : (010) =$	$*53^{\circ}20'$	$\pm 4'$	—	—	25
$q_2 : q = (024) : (011)$	19 26	$\pm 15$	$19^{\circ}27'$	$-4'$	24
$q_2 : b = (024) : (010)$	33 54	$\pm 22$	33 53	+4	20
$p : b = (110) : (010)$	$*60$ 14	$\pm 15$	—	—	20
$p_2 : p = (130) : (110)$	30 4	$\pm 12$	30 0	+4	19
$p_2 : b = (130) : (010)$	30 9	$\pm 14$	30 14	-5	17
$o : q = (111) : (011)$	46 15	$\pm 14$	46 14	+4	25
$o : p = (111) : (110)$	33 42	$\pm 7$	33 42	0	18
$o : b = (111) : (010)$	65 37	$\pm 6$	65 36	+4	13
$o_{1/2} : p = (112) : (110)$	53 10	$\pm 3$	53 8	+2	12

VIII. Reihe: 8,26 Mol.-% von  $K_2CrO_4$ .

$$a : b : c = 0,5715 : 1 : 0,7444.$$

	Gem.:	Schwank. d. mittl. Beob. einz. Kryst.:	Ber.:	Diff.:	Zahl der Ablesung.:
$q : b = (011) : (010) =$	$**53^{\circ}18'$	$\pm 16'$	$53^{\circ}20'$	$-2'$	28
$q_2 : q = (024) : (011)$	19 28	$\pm 16$	19 27	+4	26
$q_2 : b = (024) : (010)$	33 50	$\pm 17$	33 53	-3	30
$p : b = (110) : (010)$	$*60$ 15	$\pm 10$	—	—	26
$p_2 : p = (130) : (110)$	30 0	$\pm 9$	30 0	0	30
$p_2 : b = (130) : (010)$	30 15	$\pm 6$	30 15	0	33
$o : q = (111) : (011)$	46 16	$\pm 6$	46 15	+4	34
$o : p = (111) : (110)$	$**33$ 42	$\pm 13$	33 44	+4	40
$o : b = (111) : (010)$	65 36	$\pm 15$	65 37	-4	44
$o_{1/2} : p = (112) : (111)$	$**53$ 9	$\pm 7$	53 8	+4	44

X. Reihe: 38,47 Mol.-% von  $K_2CrO_4$ <sup>1)</sup>.

$$a : b : c = 0,5712 : 1 : 0,7448.$$

	Gem.:	Schwank. d. mittl. Beob. einz. Kryst.:	Ber.:	Diff.:	Zahl der Ablesung.:
$q : b = (011) : (010) =$	$53^{\circ}28'$	$\pm 21'$	$53^{\circ}26'$	$+2'$	2
$q_2 : q = (024) : (011)$	19 28	$\pm 20$	19 27	+4	4
$q_2 : b = (024) : (010)$	$*33$ 59	$\pm 25$	—	—	44
$p : b = (110) : (010)$	$*60$ 16	$\pm 25$	—	—	29
$o : p = (111) : (110)$	33 46	$\pm 1^{\circ}32'$	33 44	+5	6
$o : b = (111) : (010)$	65 37	$\pm 57'$	65 38	-4	6
$o : q = (111) : (011)$	46 18	$\pm 19$	46 13	+5	2

1) Diese Reihe wurde für mich von Herrn Dr. H. Steinmetz in München gemessen.

**XI. Reihe: 90,59 Mol.-% von  $K_2CrO_4$ .**

$$a : b : c = 0,5704 : 1 : 0,7384.$$

	Gem.:	Schwank. d. mittl. Beob. einz. Kryst.:	Ber.:	Diff.:	Zahl der Ablesung.:
$q : b = (011) : (010) =$	$**53^0 33'$	$\pm 40'$	$53^0 34'$	$-1'$	11
$r : c = (102) : (001)$	33 4	$\pm 8$	32 54	+10	13
$p : b = (110) : (010)$	60 18	$\pm 5$	60 18	0	6
$o : q = (111) : (011)$	$*46 10$	$\pm 2$	46 9	+1	32
$o : p = (111) : (110)$	$**33 52$	$\pm 3$	33 52	0	16
$o : b = (111) : (010)$	65 40	$\pm 4$	65 42	-2	9

**Reihe von  $K_2CrO_4$ .**

$$a : b : c = 0,5696 : 1 : 0,7351.$$

	Gem.:	Schwank. d. mittl. Beob. einz. Kryst.:	Ber.:	Diff.:	Zahl der Ablesung.:
$q : b = (011) : (010) =$	$**53^0 48'$	$\pm 16'$	$53^0 41'$	+7'	12
$r : c = (102) : (001)$	33 6	$\pm 7$	32 50	+16	14
$p : b = (110) : (010)$	$*60 20$	$\pm 4$	—	—	9
$o : q = (111) : (011)$	$**46 9$	$\pm 11$	46 7	+2	23
$o : p = (111) : (110)$	$**33 54$	$\pm 9$	33 57	-3	20
$o : b = (111) : (010)$	65 46	$\pm 4$	65 46	0	10

### III. Bestimmung des spezifischen Gewichtes und der topischen Parameter.

Die Bestimmung der spec. Gewichte wurde an den gemessenen Krystallen mit der Mohr-Westphalschen Wage ausgeführt. Als Schwebeflüssigkeit diente Acetylentetrabromid und Toluol. Die in der Tabelle angegebenen Werte sind Mittelwerte aus mehreren Bestimmungen einer Reihe.

Die einzelnen an  $K_2SO_4$  reichen Splitter von Mischkrystallen schwebten fast alle gleichzeitig; dagegen schwankte das spec. Gewicht der chromreichen bis zu einer Einheit in der dritten Decimale. Das bestätigt noch einmal, daß die Homogenität der letzteren weniger vollkommen ist.

Um eine Controlle über den Grad der Genauigkeit der Bestimmung des spec. Gewichtes zu haben, wurde das spec. Gewicht nach der Formel von Retgers<sup>1)</sup> berechnet:

$$S = \frac{400 s_1 s_2}{(s_1 - s_2) a_g + 400 s_2},$$

wo  $S$  = spec. Gew. der Mischkrystalle,  $s_1$  = spec. Gew. von  $K_2CrO_4$ ,  $s_2$  = spec. Gew. von  $K_2SO_4$ ,  $a_g$  = Gewichtsprocente von  $K_2SO_4$  ist.

Das für Berechnung der topischen Axen notwendige Molekulargewicht der Mischkrystalle wurde folgenderweise berechnet:

1) Zeitschr. f. phys. Chem. 1889, 3, 497.

$$Mg = \frac{M}{m} + \frac{M_1}{100 - m},$$

wobei  $Mg$  das gesuchte Molekulargewicht,  $M$  = Molekulargewicht des  $K_2SO_4$ ,  $M_1$  = Molekulargewicht des  $K_2CrO_4$ ,  $m$  und  $(100 - m)$  Molekularprocente von  $K_2SO_4$  und  $K_2CrO_4$  sind.

Tabelle.

Nr. der Mischkrystalle:	Molekulargewicht:	Zusammensetzung der Mischkrystalle in Gewichts-%		Specificsches Gewicht der Mischkrystalle.	
		$K_2SO_4$	$K_2CrO_4$	Berechnet:	Gefunden:
II.	174,3	99,4920	0,5080	2,6664	2,666
IV.	174,4	98,7935	1,2065	2,6669	2,667
VI.	174,7	97,2907	2,7093	2,6680	2,668
VIII.	175,9	90,6463	9,3837	2,6732	2,673
X.	181,9	59,4667	40,5333	2,6959	2,696
XI.	192,5	8,4550	91,5450	2,7345	2,735

Das berechnete und gefundene spec. Gewicht ist im ganzen und großen gleich. Das beweist ebenso die Richtigkeit der Analysenresultate, wie die Ähnlichkeit der chemischen Zusammensetzung der in Ruhe und bei Umschütteln gebildeten Mischkrystalle.

Tabelle der Axenverhältnisse.

Nr. der Reihe von Mischkrystallen:	Zusammensetzung der Mischkrystalle in Mol.-% von $K_2CrO_4$	Krystallographische Axen $a : b : c$
	Mol.-% von $K_2CrO_4$ 100 — $m$	
$K_2SO_4$ 1)	0	0,5727 : 1 : 0,7448
II.	0,50	0,5727 : 1 : 0,7434
IV.	1,49	0,5723 : 1 : 0,7436
VI.	2,44	0,5719 : 1 : 0,7445
VIII.	8,26	0,5715 : 1 : 0,7444
X.	38,47	0,5712 : 1 : 0,7418
XI.	90,59	0,5704 : 1 : 0,7381
$K_2CrO_4$	100,00	0,5696 : 1 : 0,7351

Die Werte der Axenverhältnisse liegen nicht durchweg innerhalb der Werte der reinen Salze, sondern teilweise außerhalb derselben. Zur krystallographischen, einwandfreien Vergleichung wurden die topischen Axen berechnet. Dafür kommen folgende Formeln in Betracht<sup>2)</sup>:

$$\chi = \sqrt[3]{\frac{2a^2M}{cd}};$$

1) Das Axenverhältnis von  $K_2SO_4$  ist von Tutton, diese Zeitschr. 1903, 38, 604

2) Ableitung s. diese Zeitschr. 1904, 39, 167.

Tabelle der topischen Axen.

Nr. der Reihe von Mischkrystallen	$\chi$		$\psi$		$\omega$		Zusammensetzung in Gewichtsprozenten	Nr. der Reihe von Mischkrystallen
	Berechnet <sup>1)</sup>	Gefunden <sup>2)</sup>	Differenz	Berechnet <sup>1)</sup>	Gefunden <sup>2)</sup>	Differenz	von $K_2SO_4$	von $K_2CrO_4$
$K_2SO_4$ <sup>3)</sup>	3,8576	—	—	3,8805	—	—	400	—
II.	3,8640	3,8584	-0,0059	3,8875	3,8842	-0,0063	99,492	0,508
IV.	3,8624	3,8589	-0,0032	3,8877	3,8824	-0,0056	98,794	4,206
VI.	3,8604	3,8605	+0,0004	3,8884	3,8839	-0,0042	97,294	2,709
VIII.	3,8652	3,8679	+0,0027	3,8939	3,8924	-0,0035	90,616	9,384
X.	3,9007	3,9026	+0,0049	3,9323	3,9325	+0,0002	59,467	40,533
XI.	3,9590	3,9609	+0,0049	3,9952	3,9999	+0,0047	8,455	94,545
$K_2CrO_4$	3,9708	—	—	4,0443	—	—	—	400

1) Berechnet aus dem Axenverhältnisse der Mischkrystalle.

2) Gefunden nach der Mischungsformel.

3) Nach den neuesten Bestimmungen von Tutton sind die topischen Axen:  $\chi = 3,8574$ ,  $\psi = 3,8840$ ,  $\omega = 4,9964$ , diese Zeitschr. 4905, 41, 386.  $\chi$  und  $\psi$  sind gegen die frühere Stellung vertauscht.



$$\psi = \frac{1}{2} \sqrt{1 + a^2} \cdot \sqrt[3]{\frac{2M}{acd}};$$

$$\omega = \sqrt[3]{\frac{2c^2M}{ad}};$$

wo  $a, c$  sind die krystallographischen Axen,  $M$  das Molekulargewicht,  $d$  das spec. Gewicht.

Wie aus der Tabelle der topischen Axen ersichtlich ist (Rubrik: »Berechnet«), liegen die gefundenen Werte zwischen den Werten der beiden Componenten und nehmen regelmäßig mit steigendem Gehalt von  $K_2CrO_4$  zu, mit Ausnahme der Werte von Axe  $\chi$  in der II. und IV. Reihe.

Herr P. v. Groth vermutet in seiner »Einleitung der chemischen Krystallographie« (Seite 65), daß die topischen Axen von Mischkrystallen die gleiche Abhängigkeit von ihrer Zusammensetzung zeigen, wie ihre Dichten.

Um diese Frage zu prüfen, wurden in die von Retgers<sup>1)</sup> für spezifische Gewichte angegebenen Formeln die betreffenden Werte der topischen Axen von reinen Salzen eingesetzt.

Die neue Bestimmung der topischen Axen von  $K_2SO_4$  von Tutton<sup>2)</sup> erschien nach Vollendung dieser Arbeit. Da diese neuen Werte nur ganz geringe Verschiedenheit von den früheren aufweisen, so wurden die alten Werte beibehalten.

Die in Frage kommende Formel ist folgende:

$$\chi = \frac{100 \cdot \chi_1 \cdot \chi_2}{(\chi_1 - \chi_2) a_g + 100 \chi_2},$$

wo  $\chi$  (bezw.  $\psi$  oder  $\omega$ ) topische Axe des Mischkrystalles,  $\chi_1$  (bezw.  $\psi_1$  oder  $\omega_1$ ) die topische Axe von  $K_2CrO_4$ ,  $\chi_2$  (bezw.  $\psi_2$  oder  $\omega_2$ ) die topische Axe von  $K_2SO_4$ ,  $a_g$  Gewichtsprocente von  $K_2SO_4$  sind.

Die Zusammenstellung der hier erhaltenen Zahlenwerte enthält die Tabelle der topischen Axen unter Rubrik: »Gefunden«.

Für  $\chi$  und  $\psi$  stimmen die direct gefundenen Werte mit den berechneten gut überein. Bei  $\omega$  finden sich größere Abweichungen.

In unserem Falle entspricht einer Änderung des Fundamentalwinkels von  $0^\circ 4'$  eine Änderung von ca. 0,0010 des Wertes der betreffenden topischen Axe. Demnach ist die Differenz zwischen den berechneten und gefundenen Werten von  $\omega$  zu groß und zu regelmäßig (alle Differenzen sind ca. 0,0200), um sie auf eine ungenaue Messung der Krystalle zurückführen zu können. Es ist also anzunehmen, daß schon eine sehr geringe Beimischung eines schwereren (in bezug auf das Molekulargewicht) Stoffes

1) Retgers, Zeitschr. f. phys. Chemie 1889, 3, 497.

2) Tutton, diese Zeitschr. 1905, 41, 386.

eine plötzliche und wesentliche Änderung der topischen Parameter hervorbringen kann. So wird hier durch eine geringe Beimengung von  $K_2CrO_4$  zu  $K_2SO_4$  die  $\omega$ -Axe des letzteren plötzlich und verhältnismäßig stark vergrößert. Die weitere Vergrößerung des Gehaltes an  $K_2CrO_4$  beeinflußt das Wachsen von  $\omega$  viel regelmäßiger und in einem geringeren Grade.

Stellt man die Verhältnisse zwischen Gehalt an  $K_2CrO_4$  und der Größe der betreffenden gefundenen topischen Axen graphisch dar, so bekommt man für alle drei Axen eine doppelt geschwungene Curve, welche sich einer Geraden nähert. Diese Gerade stellt die berechneten Werte dar. Beide Curven kreuzen sich einmal und zwar:  $\chi$  bei ca. 2,7 Gew.-%,  $\psi$  bei ca. 40 Gew.-% und  $\omega$  bei ca. 94 Gew.-%.

Auf Grund dieser Arbeit 1) besteht also kein constantes Verhältnis zwischen Gehalt an  $K_2CrO_4$  der Mischkrystalle und Größe der topischen Axen und 2) kann man daher die topischen Axen von Mischkrystallen aus den Endgliedern, wie die der specifischen Gewichte, nicht mit der einfachen Mischungsformel berechnen.

Diese Arbeit wurde im Laboratorium des Mineralogischen Instituts der Universität zu München ausgeführt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. P. v. Groth für seine Leitung dieser Arbeit meinen besten Dank auszusprechen. Auch seinem Assistenten, Herrn Dr. H. Steinmetz, bin ich für seine freundliche Unterstützung zu Dank verpflichtet.

## XXX. Auszüge.

---

**1. F. Rinne (in Hannover): Beitrag zur Kenntnis der Umformung von Kalkspatkrystallen und von Marmor unter allseitigem Drucke** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1903, 1, 160—178).

Die zu pressenden Krystalle bezw. Marmorsäulen wurden in einen 32 mm langen Cylinder von 29 mm lichter Weite aus nahtlosem Kupferrohr von etwa 1,5 mm Stärke mit Alaun in schwebender Lage befestigt und einer Pressung von meist 15000—19000 kg ausgesetzt [Pressen von 15000 kg entsprach einem Druck von 1875 kg/qcm].

Kalkspatspaltungsstücke wurden mit einer Fläche von  $\{01\bar{1}2\}$  wagerecht in die Mitte des Gefäßes befestigt, wo die intensivste Veränderung stattfinden konnte. Das 18,5/9 mm große Präparat wurde auf 36/19 mm ausgewalzt. Es zeigte einen blattartigen, randlich eigenartig geschlitzten Körper. Gelegentlich fand auch völlige Auswalzung, Zerquetschung in einzelne Teilstücke statt. Andererseits ließen sich auch vorher getrennte Krystalle fest in einander drücken. Es fand sich auch eine treppenartige Verschiebung der Teilchen oder auch einer dicken Lamelle nach  $\{10\bar{1}1\}$ . Die gepreßten, früher ganz klaren Krystalle waren weiß, ganz undurchsichtig geworden. Dies, wie das spec. Gew. von 2,65 der gequetschten Präparate, deutet auf feinste Poren hin. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß die vorher vorhandene, einheitliche krystallographische Orientierung verloren gegangen war. Zwillingslamellen nach allen drei Flächen von  $\{01\bar{1}2\}$  hatten sich entwickelt.

Marmorsäulen zeigten bei der Pressung ähnliche Deformationen. In den Körnern des Marmors zeigten sich zumeist nur Zwillingslamellen nach einer von den drei möglichen Richtungen von  $\{01\bar{1}2\}$ . Mit zunehmendem Drucke zeigen sich die Lamellen gebogen und zwischen den einzelnen Körnern ist grusiges Material angehäuft. Die Trümmerzüge in den Schlitzen schließen sich mehr oder minder deutlich den Spuren der Zwillingslamellen und andererseits auch der Richtung von  $\{11\bar{2}0\}$  sowohl bei dem gepreßten Marmor, wie bei den Kalkspatkrystallen an. Die regelmäßig gescharten Zermalmungszonen der gepreßten Marmorsäulen entsprechen den von Mohr beobachteten Gleitflächen bei gepreßten Eisenstücken.

Die beschriebenen Umformungen können nicht als plastische bezeichnet werden.

Ref.: E. Kaiser.

**2. E. Harbort** (in Berlin, früher in Clausthal i. Harz): **Zur Frage nach der Entstehung gewisser devonischer Roteisenerzlagerstätten** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1903, 1, 179—192).

Man hatte auf Grund geologischer Beobachtungen die Roteisenerzlagerstätten Hessen-Nassaus und des Harzes als metasomatische Bildungen angesehen, indem man annahm, daß der Eisengehalt aus den benachbarten, stark zersetzten Diabasen herrührte. Die eisenführenden Lösungen hätten dieses beim Auftreffen auf Kalke unter Bildung von Eisencarbonat abgegeben. Durch Oxydation und spätere Wasserabgabe sollten Brauneisenstein, Roteisenerz bzw. Magneteisen entstanden sein.

Mannigfache Beobachtungen sprechen aber gegen diese Theorie, vor allem das Auftreten von Kalken in Wechsellagerung mit Eisenstein, sowie das Vorkommen von Fossilien mit erhaltener Kalkschale im Roteisenstein. Ein *Stringocephalus Burtini* von Buntenbock im Harz besteht innen aus einem Gemenge von Roteisen und grobkristallinem Kalk; die erhaltene Kalkschale ist innen und außen von einer dünnen Schicht von Roteisen überzogen. Diese oberflächliche Imprägnation muß bei diesem wie anderen Stücken vor oder während der Ablagerung erfolgt sein.

In anderen Kalken zeigen sich butzenartige Zusammenballungen oder Flocken von Roteisen, parallel der Schichtung in die Länge gezogen. Die Kalke mit flockigem Roteisen gehen in dichten, massigen Roteisenstein über. In anderen Roteisensteinen treten chloritische Substanzen als Zersetzungsproducte von Tuffen auf.

Verf. faßt daraufhin die Roteisensteine (speciell des Harzes) als primäre Bildungen auf, die gleichzeitig mit dem Kalk und den tuffartigen Substanzen abgesetzt wurden. Die Bildung der Roteisensteine steht aber noch im Zusammenhange mit den Diabaseruptionen. Eisenchloridhaltige Dämpfe wirkten auf die im Meerwasser gelösten Carbonate der Erdalkalien unter Absatz des Eisens als Oxydhydrat ein. Die wechselnden Mengen von Eisen und Kalk erklären sich aus dem Wechsel der vulkanischen Eruptionen. Aus dem noch colloidalen Eisenoxydhydrat bildete sich Roteisenstein sofort unter dem höheren Drucke, der höheren Temperatur und der Einwirkung von Salzlösungen am Grunde des Devonmeeres.

Ref.: E. Kaiser.

**3. G. Medanich** (in Graz): **Beiträge zur experimentellen Petrographie** (Ebenda 1903, 2, 20—32).

Es wurden entweder Gesteinspulver verwendet oder nach chemischen Analysen von Gesteinen die in Procenten gefundenen Oxyde oder die den Oxyden entsprechenden Mengen von Chloriden oder Carbonaten genommen und der Umschmelzung (mit oder ohne Schmelzmittel) unterzogen. Die sechs fein gepulverten Gemenge wurden in Platincylindern oder Porzellantiegeln in einem Fourquignon-Leclerq-Ofen geschmolzen und langsam abgekühlt.

1. Granit von Reifnigg (Steiermark) und Vesuvlava vom Jahre 1858 wurden zusammen geschmolzen. Mischung entsprechend:  $SiO_2$  58,69,  $Al_2O_3$  17,05,  $Fe_2O_3$  5,69,  $FeO$  2,49,  $CaO$  7,23,  $MgO$  3,72,  $Na_2O$  1,86,  $K_2O$  3,22, ungefähr gleich Leucitphrit von Montalto. Die dunkle, fein poröse Schmelze zeigt eine zarte, graue Grundmasse, in der zu beobachten sind Anhäufungen von Augitkrystalliten, Netze von Feldspäten, die sich unter  $780^\circ$ — $800^\circ$  kreuzen, und Feldspatleistchen (Anorthit), Olivinkörnchen, Leucit mit Einschlüssen von Eisen-

glanztäfelchen und Augitleistchen. Erste Ausscheidungen: in der Grundmasse fein verteilter Magnetit und Olivin. Das erhaltene Gestein ist ein Basanit.

2. 3 g Granit von Reifnigg und 3 g Basalt vom Scheidskopf bei Remagen (Rhein) wurden gemischt:  $SiO_2$  56,43,  $Al_2O_3$  12,94,  $Fe_2O_3$  6,11,  $FeO$  7,69,  $MnO$  0,12,  $CaO$  7,31,  $MgO$  3,32,  $Na_2O$  2,48,  $K_2O$  1,66,  $H_2O$  0,50,  $TiO_2$  0,44, Glühverlust 0,50. Die Mischung schmolz leicht bei  $954^{\circ}$ . In der nur zum Teil glasigen, braungelb bis braunschwarzen Schmelze fand sich eine basaltische Grundmasse mit Feldspatleistchen (Oligoklas), Tridymit, Augit, Olivin, Magnetit.

3. Gleiche Teile (5 g) Granit von Reifnigg und Vesuvlava (1858) unter Zusatz von 1 g Wolframsäure bei  $954^{\circ}$  geschmolzen. Eine gelbliche, nicht compacte Masse wurde erhalten. In der Grundmasse Glas mit Krystalliten, mit Skapolitheinschlüssen in Körner- und Leistenform, gelblich gefärbtem Glimmer, ferner Feldspäte, Olivin, Leucit, vielleicht auch Nephelin.

4. Die chemische Mischung, entsprechend dem Mittel in 1., schmilzt erst bei  $1200^{\circ}$ . Die feinporöse, graugelbliche Schmelze zeigt sehr viele Augitkryställchen, oft farbenförmig gruppiert, Anorthit in großer Menge in nadelförmigen Leistchen, faserigen Augit, wenig Tridymit.

5. 5 g Granit von Reifnigg, 1,5 g Dinatriumhydrophosphat, 0,5 g Borsäure, 1,0 g Zinnchlorür im Rose-Tiegel bei  $1200^{\circ}$  geschmolzen. Die helle, feinkörnige, etwas poröse Schmelze enthält: zahlreiche Anorthitkrystalle, Quarz in Körnchen, Apatit, Krystalliten und Glaseylinderchen, Augit, Melilithsäulchen. Das erhaltene Gestein ist ein Liparit.

6. 6 g Granit von Reifnigg, 1 g molybdänsaures Natrium, 1 g vanadinsaures Natrium, 1 g Lithiumchlorid wurden bei  $950^{\circ}$  geschmolzen. Die poröse, gelbbraune Schmelze enthält in ziemlich dichter Grundmasse: Feldspat in langen Nadelchen und Körnern, Muscovit, zarte Nadeln von Natriumhornblende, kleine Eisenglanztäfelchen, Magnetit. Erhaltenes Gestein Felsitpechstein.

7. Chemische Mischung entsprechend dem Mittel aus Basalt vom Scheidskopf bei Remagen und Vesuvlava (1858). Entstanden: dichte, helle Grundmasse mit zahlreichen Ausscheidungen von bald zarteren, bald etwas breiteren Krystalldurchschnitten von Anorthit, ähnlich Intersertalstruktur der Diabase, basale Schnitte von Melilith (?), Olivin (?). Gestein: Melilithbasalt.

8. Chemische Mischung entsprechend 5., dazu 1 g wolframsaures Kalium, 1,5 g Fluorcalcium. Entstanden: schlackig poröse, lavaartige Masse mit heller, glasiger Grundmasse, die eine grünliche Glasbasis, teilweise mit Aggregatpolarisation, enthält. Magnetit in Körnern und als feiner Staub, Spinell, Leucit, Augit, Korund (?). (Porphyrisch: Orthoklas, Plagioklas, Melilith, Glimmer.) Gestein: melilithhaltiger Leucittephrit.

9. 6 g Granit vom Reifnigg, 1,5 g  $S_2O_3Na_2$  bei  $1000^{\circ}$  geschmolzen. Entstanden: teils rein glasige, teils felsitische Masse mit Quarz, Feldspat, Melilith, Muscovit.

Wichtig ist die Ausscheidung von Quarz, dessen Ausscheidung der Anwesenheit von Schmelzmitteln zugeschrieben wird. Die Mineralisatoren (vergl. Versuche 3. und 5.) üben einen wesentlichen Einfluß auf die Ausbildung einzelner Gemengteile aus. Dies soll daher rühren, daß die Schmelz- bzw. Erstarrungstemperaturen erniedrigt werden.

Ref.: E. Kaiser.



**4. O. Mügge** (in Königsberg i. Pr.): **Die regelmäßigen Verwachsungen von Mineralien verschiedener Art** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1893, Beil.-Bd. 16, 335—475).

Es werden etwa 70 verschiedene Verwachsungen von Mineralien mit einander und mit einigen künstlichen Krystallen aufgezählt. Ausgeschlossen wurden die isomorphen Verwachsungen und Umwachsungen. Die Verwachsungen nahe verwandter Körper wurden nur aufgenommen, wenn sie verschiedenen Symmetriegruppen angehörten.

Die zahlreichen speciellen Angaben über die einzelnen Verwachsungen können hier nicht wiedergegeben werden.

Der allgemeine Teil enthält folgende wichtige Angaben:

#### 1. Die geometrischen Verhältnisse der regelmäßigen Verwachsungen.

Die gemeinsamen Elemente. Eine, eventuell mehrere bestimmte Flächen (bezw. Kanten) der einen Componente liegen parallel mit einer, eventuell mehreren Flächen (bezw. Kanten) der anderen Componente.

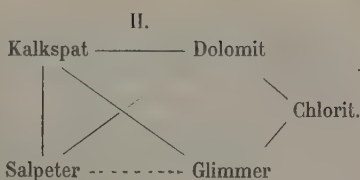
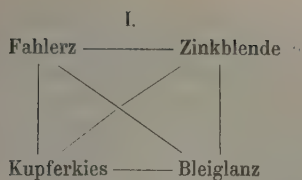
Bei gleichem Krystallsysteme verwachsen die Componenten nicht immer so, daß die krystallographischen Axen und Symmetrieelemente parallel gerichtet werden. Namentlich die Verwachsung von Mineralien aus verschiedenen Krystallsystemen weist darauf hin, daß es bei der Verwachsung nur auf die Parallelrichtung einer oder mehrerer Flächen und Kanten mit gleichen oder ähnlichen Winkeln ankommt. Die Ähnlichkeit in den Winkelverhältnissen der gemeinsamen Flächen ist für die regelmäßige Verwachsung verschiedenartiger Krystalle ebenso bezeichnend, wie die Ähnlichkeit aller Winkel bei isomorphen Verwachsungen. Infolge dessen treten regelmäßige Verwachsungen zwischen höher symmetrischen (oder höher pseudosymmetrischen) Krystallen häufiger auf als zwischen niedriger symmetrischen. Bei den aufgezählten Verwachsungen sind beteiligt: reguläre Krystalle 30 mal, hexagonale 27 mal, tetragonale 14 mal, rhombische 35 mal, monokline 34 mal, triklone nur 2 mal, also sowohl höher wie niedriger symmetrische je 71 mal, aber unter den letzteren sind 41, deren gemeinsame Flächen höhere Pseudosymmetrie aufweisen.

Einzelne Minerale, aber nicht die häufigen, beteiligen sich mehrfach an den Verwachsungen, andere, darunter recht gemeine, wie Feldspat und Quarz, wurden nur je 1 mal, andere, wie Apatit, Granat, Epidot, Titanit, Zeolithe, Flußspat u. a. wurden gar nicht unter den Verwachsungen beobachtet.

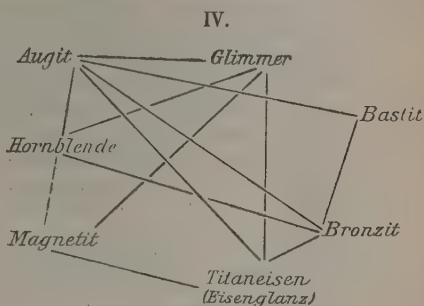
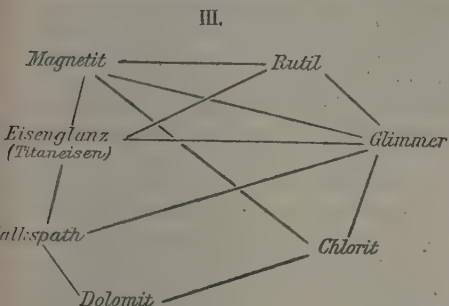
Isomorphe Substanzen haben meist die Fähigkeit, mit derselben dritten Substanz in analoger Weise zu verwachsen.

Unter den Componenten der Verwachsungen befinden sich solche, bei denen von drei oder mehr nicht isomorphen jede mit jeder anderen in Verbindung treten kann: Verwachsungsketten. Die Arten der Verwachsung geben folgende Schemata: Gestrichelte Linien (---) bedeuten, daß die betreffenden Glieder nicht die gleiche Stellung bei der Verwachsung zeigen wie die anderen Glieder (---). Zeigen die betr. Glieder überhaupt keine Verwachsung, so ist überhaupt keine Verbindungslinie gezogen.

I. zeigt vollkommene Concordanz aller Glieder.



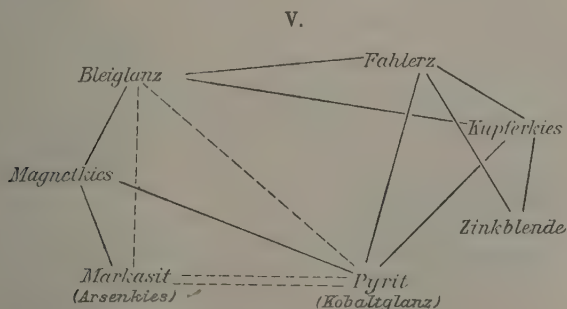
II. zeigt sieben Verbindungen; die von Salpeter und Glimmer ist nicht concordant den übrigen. Nach den Beobachtungen bei diesen sollte {0004} des Salpeters um  $30^\circ$  gegenüber der beobachteten Lage auf dem Glimmer gedreht sein.



III. Alle sieben Glieder in zwölf Verbindungen in Concordanz.

IV. Sieben Componenten mit 13 Combinationen; Concordanz bis auf die Verwachsung von Hornblende mit Magnetit, wo nach der Stellung beider zum Glimmer {111} des Magnetit parallel {100} der Hornblende liegen müßte.

V. zeigt endlich bei den 13 Verwachsungen von sieben Componenten noch weitere Abweichungen von der Concordanz.



Die Concordanz in einer Kette läßt nicht auf irgend welche Analogie in der chemischen Zusammensetzung schließen.

Dieselben Componenten können auch auf verschiedenartige Weise mit einander verwachsen.

Die Symmetrie des Verwachungscomplexes. Die Bestimmung der Verwachsung durch die Parallelität einer Fläche und einer in ihr liegenden Kante ist im allgemeinen noch mehrdeutig und zwar in bezug auf jede der beiden Componenten. Sie wird eindeutig, wenn z. B. für die beiden Componenten die gemeinsame Ebene Symmetrieebene und die gemeinsame Kante geradzählige Symmetrieaxe ist (z. B. Andalusit und Sillimanit mit parallelen Axen). In einzelnen Fällen zeigt das überwachsende Mineral, um der Symmetrie der überwachsenen Fläche zu genügen, Zwillingbildung nach dieser. Dagegen tritt Zwillingbildung des überwachsenden Minerals nicht auf, wo sie durch die Symmetrie der überwachsenen Fläche nicht gefordert wird.

So erscheint Albit auf den Flächen  $\{001\}$  des Orthoklas in Zwillingen nach  $\{010\}$ , dagegen auf den Prismenflächen meist in einfachen Krystallen. In manchen Fällen scheint die Überwachsung auch der Pseudosymmetrie der überwachsenen Fläche zu genügen, wenn diese von wahrer Symmetrie nur sehr wenig abweicht (Verwachungen der Glimmer).

Die Anzahl der Stellungen, in welchen ein Mineral auf einem anderen orientiert aufgewachsen vorkommt, gestattet zuweilen einen Schluß auf das Axenverhältnis beider Componenten.

Das Oberflächenminimum. Die Wachstumserscheinungen — sowohl der durch die Art der auftretenden Formen und ihre Ausdehnung bedingte Habitus, wie die Verwachsung der Krystalle (der Zwillinge und solcher verschiedener Art) — scheint beherrscht von dem Princip der kleinsten Oberfläche, das besagt, daß das Gleichgewicht zwischen einem Krystalle und seiner wässerigen oder sonstwie beschaffenen, für bestimmte Temperatur und Druck gesättigten Lösung im allgemeinen erst dann erreicht ist, wenn die Größe der Berührungsfläche zwischen beiden ein Minimum ist.

Das Princip soll am deutlichsten dort wirken, wo körnige Krystallaggregate von wässerigen Lösungen dauernd durchtränkt werden oder wurden. Die Umwandlung der Kalke zu Marmor, der Thone zu Phylliten soll weniger dem Drucke selbst zuzuschreiben, wie auf die innige Durchtränkung mit einer wässerigen Lösung zurückzuführen sein.

Zwillingskrystalle vermindern ihre freie Oberfläche durch Berührung längs einer möglichst großen Fläche; sie werden tafelig nach der Zwillings- oder Zusammensetzungsfläche.

Auch bei der Verwachsung gleichartiger Krystalle tritt dasselbe Gesetz ein. Entweder sind zwei gleichartige Flächen beiden Individuen gemeinsam und auch sämtliche Richtungen in denselben, oder es liegen eine gleichnamige Kante und sämtliche Flächen ihrer Zone parallel. Parallellagerung ungleichartiger Elemente ist nicht bekannt. Hemimorphe Krystalle sind zuweilen mit dem leichter löslichen Ende aufgewachsen (Traubenzucker, Kieselzinkerz).

Bei verschiedenartigen Krystallen wird das Minimum der Oberfläche erreicht bei Parallellagerung der in ihren Winkeln einander entsprechenden Flächen. Bei geometrisch erheblich verschiedenen Krystallen kann Verringerung der Oberfläche erfolgen, wenn sie sich mit den Flächen an einander legen, die in ihren ebenen Winkeln am besten übereinstimmen, so daß vorspringende Kanten und Ecken möglichst vermieden werden, ferner dadurch, daß die Berührungsfläche möglichst groß wird. (Beispiele: Staurolith wird tafelig nach  $\{010\}$  bei Verwachsung mit Cyanit; Fahlerz und Zinkblende, Bleiglanz-Fahlerz; Albit ist tafelig nach  $\{010\}$ , wenn er auf  $\{010\}$  des Orthoklas sitzt, dagegen tafelig nach  $\{110\}$  bzw.  $\{1\bar{1}0\}$ ,

wenn er auf den Prismenflächen aufsitzt; u. a.). Typische Beispiele für den verzerrenden Einfluß der überwachsenen Fläche auf die überwachsenden Krystalle liefern die Einlagerungen auf Spalt- und Absonderungsflächen, die als orientierte Überzüge auf inneren Oberflächen anzusehen sind. Der Überzug findet sich vielfach nur auf der beiden Mineralien gemeinsamen Fläche. [Bleiglanz nur auf {100} des Pyrit; Plagioklas stets auf {010} des Orthoklas bei Verwachsung beider, nächst dem scheinen bevorzugt die Flächen der gemeinsamen Zone [001].]

Mit dem Principe der kleinsten Oberfläche steht in Übereinstimmung die Symmetrie des ganzen Flächencomplexes.

Scheinbarer Widerspruch gegen das Princip der kleinsten Oberfläche liegt in dem Auftreten zahlreicher kleiner Individuen statt eines einzigen zusammenhängenden Individuums. Es liegt dies an dem Vorhandensein von zahlreichen günstigeren Stellen für den ersten Absatz von Mineralsubstanz. Gleiche Verhältnisse für die ganze Krystallfläche treten erst ein, wenn die chemischen Vorgänge zur Bildung der einen Componente äußerst langsam verlaufen.

Andere Erscheinungen sind mit dem Principe der kleinsten Oberfläche einstweilen nicht in Einklang zu bringen, z. B. die Erscheinung, daß die Überwachsung nicht ausschließlich auf der den beiden Componenten gemeinsamen Fläche erfolgt, was zu einer erheblichen Vergrößerung der Oberfläche führen kann.

## 2. Die chemischen Verhältnisse der regelmäßigen Verwachsungen.

Die Componenten sind chemisch sehr ähnlich, so daß diese Ähnlichkeit der Grund für ähnliche Krystallform, indirect auch ein Hauptfactor für die regelmäßige Verwachsung ist, bei folgenden Combinationen:

Miersit-Jodyrit.	Triphylin-Graftonit.
Boleit-Cumengeit.	Olivin-Humit.
Kalkspat-Dolomit.	Pyroxene-Amphibole.
Kalkspat-Barytocalcit.	Glimmer-Chlorite.
Stephanit-Polybasit.	Orthoklas-Plagioklase.

Vielleicht auch Staurolith-Cyanit.

Bei anderen ist es zweifelhaft, ob die Winkelähnlichkeit auf Rechnung chemischer Ähnlichkeit zu setzen ist.

In den allermeisten regelmäßigen Verwachsungen enthalten beide Componenten ein gleiches Atom oder eine gleiche Atomgruppe.

So enthalten *S*, außerdem manche noch ein gleiches Metall:

Pyrit-Bleiglanz.	Kupferkies-Polybasit.
Fahlerz-Bleiglanz.	Pyrit-Markasit (Arsenkies).
Fahlerz-Pyrit.	Bleiglanz-Kupferkies.
Fahlerz-Zinkblende.	Kobaltglanz-Kupferkies.
Magnetkies-Bleiglanz.	Zinkblende-Kupferkies.
Magnetkies-Pyrit.	Fahlerz-Kupferkies.
Magnetkies-Arsenkies (Markasit).	Bleiglanz-Bournonit.
Stephanit-Polybasit.	Bleiglanz-Arsenkies.
Proustit-Markasit.	

Nur Oxyde oder oxydähnliche Salze und die zugehörigen Metalle als Componenten treten auf bei:

Kupfer-Cuprit.	Magnetit-Rutil.
Arsen-Arsenolith.	Eisenglanz-Rutil.
Magnoferrit (Spinelle)-Eisenglanz	(Titaneisen).

Nur salzartige Verbindungen, entweder beide Componenten Haloidsalze oder beide Sauerstoffsalze, vielfach von Säuren desselben Metalloids, sowie viele Combinationen von Sulfaten mit Carbonaten zeigen:

Miersit-Jodyrit.	Glimmer-Chlorit.	Kalkspath-Barytocalcit.
Boleit-Cumengeit.	Augit-Biotit.	Baryt-Barytocalcit.
Triphylin-Graftonit.	Hornblende-Biotit.	Aragonit-Gyps.
Xenotim-Zirkon.	Stauroolith-Cyanit.	Witherit-Baryt.
Olivin-Serpentin.	Lorenzenit-Ägirin.	Kalkspat-Dolomit.
Bronzit-Serpentin.	Humit-Klinohumit.	Dolomit-Natronsalpeter.
Olivin-Humit.	Astrophyllit-Glimmer.	Kalkspat-Natronsalpeter.
Bronzit-Augit.	Turmalin-Glimmer.	Aragonit-Natronsalpeter.
Anthophyllit-Hornblende.	Augit-Titaneisen.	
Pyroxen-Amphibol.	Orthoklas-Plagioklas.	

Ein gleichartiges, für die Zusammensetzung charakteristisches Element enthalten:

Pyromorphit-Bleiglanz.
Chlorblei-Bleiglanz.
Dolomit-Chlorit.

Trotz des häufigen Zusammenvorkommens sind Carbonate, Sulfate, Silicate, sowie Kieselsäure selbst niemals mit den geschwefelten Erzen regelmäßig verwachsen.

Die Begünstigung der regelmäßigen Verwachsung durch gleiche Atome oder Atomgruppen der Componenten erklärt Verf. aus der Annahme, daß die ältere Componente von einer dünnen Haut mehr oder minder concentrirter Lösung umgeben ist, innerhalb welcher das zweite Salz sich niederschlägt, weil durch seinen Eintritt die Concentration des einen Ion noch erhöht wird. Bei den Componenten, die kein gleichartiges Ion abspalten oder überhaupt nicht in Ionen zerfallen, ist anzunehmen, daß die Löslichkeit der zweiten Componente in der Lösungshaut wegen der in beiden vorhandenen Atome oder Atomgruppen vermindert wird, und dadurch die zweite Componente abgeschieden wird.

Die Componenten von Verwachsungen etlicher künstlicher Krystalle enthalten ebenfalls ein gleichartiges Atom und bei den allermeisten der vom Verf. angeführten Beispiele würde jede Componente in wässriger Lösung ein gleichnamiges Ion abgeben.

Völlige Verschiedenheit zeigen nur wenige natürliche Verwachsungen, namentlich die von Glimmer.

Das Vorstehende erklärt auch die Häufigkeit regelmäßiger Verwachsung zwischen polymorphen Substanzen. Isomorphe Verwachsung erscheint nur als Specialfall der Verwachsungen überhaupt. Scheinbare Übergänge zwischen regelmäßigen Verwachsungen chemisch verschiedener und chemisch nahe verwandter Substanzen bilden Orthoklas und Plagioklas in ihren gewöhnlichen Verwachsungen und in den perthitischen, mikro- und kryptoperthitischen Durchwachsungen.

In Beziehung zu den regelmäßigen Verwachsungen stehen noch die Adsorptionen und die anomalen Mischungen krystallisierter Stoffe.

Ref.: E. Kaiser.



**5. G. Linck** (in Jena): **Die Bildung der Oolithe und Rogensteine** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1903, Beil.-Band 16, 495—513).

Verf. zeigt unter Benutzung der Meigenschen Reaction (diese Zeitschr. 37, 662), daß alle fossilen Oolithe bzw. Rogensteine aus Kalkspath, die untersuchten recenten [von der Rhede von Suez, vom Wadi Dehēse am Sinai, von der Küste von Florida] dagegen aus Aragonit bestehen. Er schließt daraus, daß alle Oolithe und Rogensteine in recentem Zustande aus Aragonit bestehen oder bestanden haben.

Zur Abscheidung von Calciumcarbonat aus Seewasser gibt es in der Natur nur zwei leicht und vielfach vorkommende Wege:

A. Abscheidung des durch Flüsse zugeführten  $\text{CO}_3\text{Ca}$  infolge Übersättigung, entweder durch Anreicherung des zugeführten Monocarbonats oder durch Überführung des Bicarbonats in Monocarbonat.

B. Fällung des Calciumcarbonats aus dem Sulfat durch kohlensaures Natron oder Ammoniak. Das erstere ist entweder minerogenetischer Entstehung (Quellen) oder rührt wie das letztere aus organischen Vorgängen her.

Seewasser bestimmter Zusammensetzung wurde auf diese Prozesse hin untersucht. Dabei ergab sich:

1. Die maximale Lösungsfähigkeit des Seewassers für den kohlensauren Kalk ist etwa 0,0491%  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

2. Das aus dem Bicarbonat im Seewasser sich etwa bildende Calciumcarbonat wird, wenn die Löslichkeitsgrenze des letzteren überschritten wird, in gemäßigten Klimaten stets als Kalkspat, in tropischen Klimaten je nach Jahreszeit bzw. Temperatur des Wassers auch als Aragonit abgeschieden. Sphärolithbildung findet dabei nicht statt.

3. Das aus dem Calciumsulfat mit Natrium- oder Ammoniumcarbonat niedergeschlagene Calciumcarbonat tritt in wärmeren und kühleren Klimaten stets als Aragonit und stets zum größten Teile in Form von Sphärolithen auf.

4. Aus sonst salzfreien Lösungen von Calciumbicarbonat schlägt sich das Calciumcarbonat in gemäßigten Klimaten stets als Kalkspat, in den Tropen, je nach Jahreszeit bzw. Temperatur des Wassers, meist als Aragonit nieder.

5. Aus sonst salzfreien Calciumsulfatlösungen wird durch Natrium- bzw. Ammoniumcarbonat das Calcium in Wärme ( $40^\circ\text{C.}$ ) und Kälte ( $18^\circ\text{C.}$ ) als Kalkspat gefällt.

6. Dies beweist die größere Löslichkeit in salzarmen oder -freien Lösungen als in salzreichen, in kälteren als in wärmeren Lösungen. Kalkspat verhält sich umgekehrt.

Das Verschwinden des dem Meere durch die Flüsse zugeführten Calciumcarbonates ist nach wie vor auf die Tätigkeit der Organismen zurückzuführen. Könnte Übersättigung an Calciumcarbonat eintreten, so müßte sich auf anorganischem Wege in kälterem Klima Kalkspat, in wärmerem Klima Aragonit oder beides daraus abscheiden. Eine directe Abscheidung tritt aber nur local ein. Scheinbar anorganogene Kalksteinbildungen in größerem Maßstabe spielen sich dort ab, wo Einwirkung des Natrium- und Ammoniumcarbonats auf das Calciumsulfat des Seewassers stattfindet. Die beiden Carbonate aber sind wiederum organischen Ursprunges. Das so abgeschiedene Calciumcarbonat tritt stets als Aragonit und bei reichem Vorhandensein der Alkalicarbonate in Form von Sphärolithen auf. Alle Oolithe und Rogensteine sollen in diesem

Sinne anorganogene Bildungen sein; organische Reste in den Körnern sind als Einschlüsse oder Anheftungspunkte zu deuten.

Werden die Oolithe fossil, so werden die Aragonite in Kalkspat umgewandelt. Fortführung der Substanz tritt oft ein und führt z. B. zur Bildung von Schaumkalken.

Directe Abscheidung des kohlensauren Kalkes als Kalkspat kann nur local bei litoralen Bildungen in der Nähe der Flußmündungen und an geschützten Stellen stattfinden, wo die Abscheidung aus Bicarbonat erfolgt.

Ref.: E. Kaiser.

**6. Fr. Heineck** (in Hamburg, früher in Gießen): **Die Diabase an der Bahnstrecke Hartenrod-Übernthal bei Herborn** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1905, Beil.-Band 17, 77—162. 8 Tafeln. — Inaug.-Dissert. Univ. Gießen).

Die wesentlich petrographische Arbeit enthält unter zahlreichen Einzelangaben, die durch ausgezeichnete Mikrophotographien erläutert werden, folgende auch mineralogisch allgemeiner interessierenden Beobachtungen.

1. Körniger Diabas aus dem ersten Einschnitte bei Hartenrod. Die grobkörnige Varietät, ein Quarzdiabas, enthält bis 4 cm große, nach der Axe *a* gestreckte, nach dem Albitgesetz verzwillingte Oligoklaskrystalle, die außerdem eine zweite Zwillingsbildung, Durchkreuzungszwillinge nach {130}, zeigen.

Neben primärem Plagioklas zeigt sich noch Albit als Neubildung.

Der Augit zeigt eine erst bei der Verwitterung hervortretende Zonarstruktur. Er verwittert entweder direct zu Chlorit, oder indem zunächst als Umwandlungsproduct uraltische Hornblende auftritt und daraus erst Chlorit hervorgeht.

Epidot fehlt fast vollständig unter den Verwitterungsproducten, während Prehnit sowohl makroskopisch wie mikroskopisch auftritt.

Eine etwa 40 cm große Höhlung im Gestein ist ganz mit länglichen, wirt durcheinander liegenden Feldspatkrystallen ausgekleidet.

2. Schwarzer Deckdiabas enthält Pseudomorphosen von Calcit nach Olivin. Der Calcit erscheint nicht in klaren Körnern wie bei ähnlichen von Brauns beschriebenen Pseudomorphosen von Calcit nach Olivin von Bottenhorn im hessischen Hinterlande (diese Zeitschr. 18, 537), sondern feinfaserig, vielleicht deshalb, weil er Chrysotil verdrängt, der als erstes Umwandlungsproduct des Olivin entstand. — In demselben Gestein erscheint um Kalkspateinschlüsse herum der Augit in langen, schüsigen Wachstumsformen ausgebildet. Zuweilen tritt dazu noch Feldspat in äußerst zierlichen, büscheligen oder moosartigen Formen, die aus dem Augit gleichsam in den Kalkspat hineingewachsen erscheinen.

3. Eine pikritähnliche Modification des schwarzen Deckdiabas (siehe Nr. 2) enthielt in den am stärksten verwitterten Partien oliv- bis braungrüne, isotrope Pseudomorphosen von Webskyit nach Olivin (vgl. die Angaben von Brauns über das Auftreten von Webskyit, diese Zeitschr. 15, 447; 18, 535).

4. Porphyrischer (effusiver) Diabas vom Tunnel bei Hartenrod enthielt wiederum die oben aus grobkörnigem Quarzdiabas angegebenen Durchkreuzungszwillinge nach {130} von nach dem Albitgesetz verzwillingten Labradoriteilen.

5. In einem Glimmerdiabas vom Ostfuße des Reitzberges findet sich Analcim in Pseudomorphosen nach Plagioklas.

Ref.: E. Kaiser.

7. O. Hecker (in Jena): Petrographische Untersuchung der Gabbrogesteine des oberen Veltlin (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1903, Beil.-Bd. 17, 343—354. 6 Tafeln).

Die wesentlich petrographische Arbeit enthält folgende Mineralanalysen:

1. Feldspat aus dem Olivinggabbro vom Dorfe Leprese.

	I.	II.	Mittel:	Berechnet auf		Berechnung gegenüber
				$Si_3O_8AlNa$	$Si_2O_8Al_2Ca$	Beobachtung:
$SiO_2$	52,04	52,34	52,19	30,65	23,84	— 2,27
$Al_2O_3$	—	34,94	34,94	8,68	19,74	+ 3,55
$CaO$	10,99	10,65	10,82	—	10,82	
$Na_2O$	—	4,87	4,87	4,87	—	
$K_2O$	—	0,44	0,44	0,44	—	
	100,24	100,23		44,64	54,34	
				98,95		

Darnach wäre der Feldspat ein Labradorit der Zusammensetzung  $Ab_6An_7$ . Die Auslöschungsschiefe [auf (010) —  $21^\circ$ , auf (001) —  $10^\circ$ ] und das spec. Gew. von 2,699—2,704 deuten jedoch auf  $Ab_3An_4$ ; Folge der begonnenen Zersetzung.

2. Labradorit, entsprechend  $Ab_5An_7$ , aus Diallag-Olivinggabbro mit zersetztem Olivin zwischen Leprese und Diavolo.

		Berechnet auf		Berechnung gegenüber
		$Si_3O_8AlNa$	$Si_2O_8Al_2Ca$	Beobachtung:
$SiO_2$	52,10	28,62	26,18	+ 2,70
$Al_2O_3$	30,60	8,10	22,25	— 0,25
$CaO$	12,22	—	12,22	
$Na_2O$	4,80	4,80	—	
$K_2O$	0,20	0,20	—	
	99,92	44,82	60,65	
		102,47		

3. Braune Hornblende aus dem Diallag-Hornblendegabbro zwischen Stua und Val Scala.

			Berechnet auf		
		$SiO_2Al_2O_3MgO$	$SiO_2FeO$	$SiO_2CaO$	$SiO_2MgO$
$SiO_2$	48,04	5,28	13,69	4,80	23,02
$Al_2O_3$	8,98	8,97	—	—	—
$FeO$	16,44	—	16,44	—	—
$CaO$	6,72	—	—	6,72	—
$MgO$	18,87	3,52	—	—	15,35
	99,05				

Spec. Gew. 3,269.

Die braune Hornblende ist reich an Thonerde, der basaltischen Hornblende ähnlich. Sie ist mit Diallag verwachsen und bildet nur einen schmalen Streifen um ihn. Die Verticalaxen beider Mineralien laufen dabei parallel. An anderen Stellen ist aber auch die braune Hornblende in kleinen, dem Diallag gleich orientierten Putzen von dem Diallag umschlossen worden. Die braune Hornblende ist kräftig pleochroitisch,  $b$  (dunkelbraun)  $> c$  (hellbraun)  $> a$  (hellmessinggelb).

Diallag desselben Gesteins zeigt schwachen Pleochroismus,  $\alpha$  rötlichbraun,  $\beta$  und  $\gamma$  grünlich (an Spaltungsstücken), im Dünnschliffe wird  $\beta$  lichtpflirsichblütrot.

4. Labradorit bzw. Andesin aus dem Übergangsgestein zum Norit von der Mündung des Val Scala. Spec. Gew. 2,696.

		Berechnet als		Berechnung gegenüber
		$Si_3O_8AlNa$	$Si_2O_8Al_2Ca$	Beobachtung:
$SiO_2$	56,00	36,86	19,88	+ 0,74
$Al_2O_3$	27,84	40,44	16,90	- 0,47
$CaO$	9,29	—	9,29	
$Na_2O$	5,97	5,97	—	
$K_2O$	0,57	0,57	—	
	99,64	53,84	46,07	+ 0,27
		99,91		

Die Analyse weist auf  $An_7Ab_6$ , die mikroskopische Untersuchung auf  $Ab_1An_1$ .

5. Labradorit aus dem Übergangsgestein zum Norit von der rechten Talmündung des Val di Rezzo.

		Berechnet als		Berechnung gegenüber
		$Si_3O_8AlNa$	$Si_2O_8Al_2Ca$	Beobachtung:
$SiO_2$	53,83	23,97	27,76	- 2,10
$Al_2O_3$	29,53	6,97	23,60	+ 1,04
$CaO$	12,96	—	12,96	
$Na_2O$	3,84	3,84	—	
$K_2O$	0,49	0,49	—	
		35,24	64,32	- 1,06
		99,56		

Spec. Gew. 2,697. Die Analyse weist auf  $Ab_5An_8$  (genauer  $Ab_{18}An_{29}$ ), die mikroskopische Untersuchung auf  $Ab_3An_4$ .

6. Rhombischer Pyroxen aus demselben Gestein (5.), verunreinigt durch ca. 3 % Hornblende.

		Berechnet als				
		$SiO_2.Al_2O_3.MgO$	$SiO_2.Fe_2O_3.MgO$	$SiO_2FeO$	$SiO_2CaO$	$SiO_2MgO$
$SiO_2$	50,76	3,42	0,18	9,48	16,26	19,14
$Fe_2O_3$	0,49	—	0,49	—	—	—
$Al_2O_3$	5,86	5,36	—	—	—	—
$FeO$	11,39	—	—	11,39	—	—
$CaO$	15,19	—	—	—	15,19	—
$MgO$	15,19	2,28	0,12	—	—	12,79
	98,88			96,60		

Spec. Gew. 3,230. Nach dem  $FeO$ -Gehalte: Bronzit. Pleochroismus schwach.  $\alpha$  (rötlich)  $>$   $\beta$  (etwas heller rötlich)  $>$   $\gamma$  (ganz hellgrünlich).

Die Arbeit enthält noch zahlreiche petrographische Einzelheiten, die hier übergangen werden müssen.

Ref.: E. Kaiser.

S. K. Petrasch (in Graz): Beiträge zur experimentellen Petrographie (N. Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal. 1903, Beil.-Bd. 17, 498—515. 1 Tafel).

Die Arbeit enthält Versuche über die Ausscheidungsmöglichkeiten bei verschiedenen Temperaturen und über die Reihenfolge der Minerausscheidungen,

sowie Vergleiche zwischen dem Verhalten von Gesteinspulvern und den entsprechenden chemischen Mischungen (anschließend an Medanich, s. S. 626).

1. 6 g Vesuvlava (1858) und 4 g der Mischung: 1 Teil  $Na_2B_4O_7$ , 4 Teile  $NaF$ , 2 Teile  $KHSO_4$  (zur Bildung von Fluorbor) wurden innig gemengt und bei 960° geschmolzen. Im Schmelzproducte drei verschiedene Partien: 1. hellbraungelb, glasig, mit Schlieren von dunklerer Färbung, mit prismatischen oder nadelförmigen Feldspäten (Labrador, wenig Oligoklas), Krystalliten und wenig Magnetit; 2. leucitreich, feldspatarm; 3. reich an Feldspat (nadeligem Plagioklas, skelettartig angeordnetem Orthoklas) mit dichten Magnetitmassen und Leucit.

Wohlausgebildete Leucitkrystalle in den oberen Partien der Schmelze, sowie an den seitlichen Rändern. Nephelin in der leucitreichen Partie häufiger wie sonst. Lichtgelbe kleine Augitkörner mit Eisenglanz sind spärlich in der Schmelze zerstreut. Altersfolge: dendritische Krystalliten; fast gleichzeitig Magnetit; gleich danach oder gleichzeitig Leucit; dann Feldspäte; Augit und Nephelin als letzte Producte.

2. Chemische Mischung der Vesuvlava (1858) in gleicher Menge mit denselben Schmelzmitteln wie bei 1. schmilzt bei 800—850°.

Das gelblichgraue, größtenteils glasige und sehr poröse Product enthält: Feldspatleisten und -durchschnitte, meist Orthoklas, bisweilen auch skelettartig; wenig trikliner Feldspat. Nephelin gleich dem Feldspat häufiger am Rande. Augit spärlich. Große Menge Magnetit. Leucit in Skeletten, nicht in Krystallen.

3. Gleiche Teile Vesuvlava (1858) und Phonolith von Praya, geschmolzen (strengflüssig) bei 950°. Im Schmelzproducte zwei scharf charakterisierte, durch Übergänge verbundene Partien: 1. glasig, viel Leucit, wenig Feldspat; 2. mikrokristallin wenig Leucit, massenhaft Feldspat. In der ersten Partie scharf begrenzte Leucite, meist ziemlich groß, zum Teil mit Verzerrungen nach einer Axe. Nephelin vereinzelt; grüne Augitkörner. In der Übergangszone neben wohlausgebildetem Leucit Feldspäte (Albit und Labrador). In der zweiten Partie keine rein glasige Grundmasse mehr; kleine dicht gedrängte, größere weniger zahlreiche Feldspatnadeln (Labrador); unregelmäßige Feldspatstücke; Leucit in Skeletten als Überreste ursprünglich vorhandener Krystalle. Die glasigen Partien waren stärker erhitzt, rascher abgekühlt worden; sie enthalten fast ausschließlich die völlig ausgebildeten Leucite. Die langsamer abgekühlte Partie enthält zumeist Leucitskelette. Ausscheidungsfolge: Leucit erstes Mineral der glasigen Partie. Nephelin. Feldspat letztes Product. Stellung des Augit unsicher.

4. 4 g sogen. Syenit (bezw. Diorit) von Weinheim und 6 g einer Mischung: 1 Teil  $CaF_2$ , 1 Teil  $LiCl$ , 1 Teil  $NaCl$ , 1 Teil  $Na_2B_4O_7$  bei 850—900° sehr leicht geschmolzen. Im Schmelzproducte nur wenig hellgefärbte glasige Grundmasse, reichlich Augit als Umwandlungsproduct von brauner, oft zerfaserter und unregelmäßig begrenzter Hornblende. Sehr wahrscheinlich ist auch die Neubildung kleiner Hornblendekrystalle; Albit und Labrador, Orthoklas nicht sicher; Nephelin; Magnetit, Eisenglanz; Biotit.

5. Umschmelzung des vorigen Productes. Ungleiche Masse, größere Menge neu gebildeter Feldspäte.

6. 5 g Phonolith von Praya, 2 g Granit von Reifnigg, 1 g der Mischung  $CaF_2$ , 0,8  $NH_4Cl$  bei 850—900°. Die oben weniger glasige Partie der Schmelze enthält Oligoklas-Nadeln und -Tafeln neben Krystalliten, Nephelin,



Augit. Der untere, helle, glasige Teil der Schmelze zeigt neben sehr wenig Feldspat nur Krystalliten.

7. Chemische Mischung des Granit von Reifnigg und des Phonolith von Praya mit  $\text{CaF}_2$  und  $\text{MgF}_2$  (von allen vier je 4 Teil) erst auf dem Teclu-Brenner bis zur Sinterung, dann im Fourquignon-Ofen zweimal geschmolzen und langsam erstarren gelassen. Entstanden: Grundmasse nur zum Teil glasig; am oberen Rande Oligoklas-Leisten und -Tafeln mit wenig Glasbasis, kleine Augit-körnchen; Glimmer (?) in Leisten. Magnetit.

8. 4 Teile Limburgit vom Kaiserstuhl und 2 Teile Granit von Reifnigg bei 950° lieferten dunkles, fast schwärzliches Product mit großen Mengen Magnetit, Quarz (wahrscheinlich nicht umgeschmolzen), Feldspath (Labrador-Bytownit) in Leisten und unregelmäßigen Körnchen, Olivin.

9. 2 Teile der chemischen Mischung des Limburgit (Kaiserstuhl) und 4 Teil der chemischen Mischung des Granit von Reifnigg langsam verflüssigt (über 900°) und langsam zum Erstarren gebracht: Magnetit sehr ungleich verteilt, Leisten, oft radiär angeordnet, und Körner von Feldspat (Bytownit). Olivin, Augit.

10. 4 Teil Granit (Reifnigg), 2 Teile Andesit von der Piatra Mori bei 900° geschmolzen: sehr poröse, glasige, hellgefärbte Schmelze mit zahlreichen gelblichen Krystalliten federförmiger Gestalt. Arm an Entglasungsproducten: faserige Plagioklas (Anorthit), gelbgrüner Augit, wenig Magnetit, Tridymit(?)-täfelchen.

11. 6 g chemische Mischung des Granit von Reifnigg mit je 25 g Lithiumchlorid und molybdänsaurem Natrium über 900° geschmolzen: sehr poröses Product mit wenig glasiger Grundmasse von hellgrünlichgelber Farbe mit Oligoklas und Albit in kleinen Körnern, Augit, Magnetit.

Neugebildet wurden: Feldspäte (Orthoklas und mehrere Plagioklas), Leucit, Magnetit, Augit, Hornblende (?), Olivin, Nephelin, Eisenglanz, Tridymit (?). Der Leucit bildet sich sehr wahrscheinlich nur bei relativ hoher Temperatur; die Schmelze 3 zeigte, daß, je zahlreicher sich Feldspäte bilden, um so mehr Leucit zurücktritt. Die Ausscheidung des Magnetits durch Umsetzung eisenreicher Mineralien erfolgte stets früh wie bei den natürlichen Gesteinen. Nephelin bildete sich gleichzeitig mit dem Leucit, sowie bei Gegenwart von Fluoriden.

Ref.: E. Kaiser.

**9. M. Schweig** (in Jena): **Untersuchungen über die Differentiation der Magmen** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1903, Beil.-Bd. 17, 516—564).

Wegen der ausführlichen Angaben einer historischen Einleitung über die Entwicklung des Begriffes der Differentiation muß auf das Original verwiesen werden.

Verfasser stellte Versuche an, um die Grenze der Aufnahmefähigkeit eines Silicates für an seiner Zusammensetzung teilnehmende Elemente bei constanter Temperatur und constantem Drucke zu bestimmen. Als Ausgangsmaterial diente ein von dem Gesichtspunkte der Schmelzbarkeit ausgewähltes Glas (I), dessen Zusammensetzung ungefähr einem Eläolithporphyr von Beemerville, N. J., U. S. A. entsprach. Es wurde aus den Rohmaterialien in einem verdeckten Haufen im Siemens-Regenerativofen geschmolzen. Die Schmelzversuche wurden in einem Deville-Ofen (von Prof. Seger und Cramer) vorgenommen, in dem bei dem gewählten Heizmaterial eine Temperatur von  $1450^\circ \pm 20^\circ$  erreicht wurde. Das gepulverte Ausgangsmaterial wurde mit der zuzusetzenden Substanz gut gemischt,

nochmals gepulvert und in einen Roseschen Porzellantiegel gefüllt, der nie Resorptionserscheinungen aufwies. Nach dem Schmelzen wurden aus dem Glasflusse mit der Zange einige Glasfäden herausgezogen. War ein Bestandteil nicht ganz gelöst, so wurde dies durch Knötchen in dem Faden angezeigt. Diese Probe ist ebenso scharf wie die Untersuchung eines Splitters oder eines Dünnschliffes unter dem Mikroskope.

II. Umschmelzung des Gesteins. Teilweise Reduction des Eisenoxyds zu Oxydul.

III. Sättigung mit  $\text{SiO}_2$ . Zusatz: feinst gepulvertes Quarzmehl. 69,9 Teile Gestein nahmen 30,1 Teile Quarzpulver auf.

IV. Sättigung mit  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Zusatz: Thonerdehydrat mit 61,9  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (lufttrocken). 91,8 Teile Gestein nahmen 8,2 Teile  $\text{Al}_2\text{O}_3$  auf.

V. Sättigung mit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Zusatz: Eisenhydroxyd mit 78,35  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . 91,0 Teile Gestein nahmen 9,0 Teile  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  auf.

VI. Sättigung mit  $\text{FeO}$ . Zusatz bestehend aus  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  50,09,  $\text{FeO}$  44,96,  $\text{H}_2\text{O}$  4,95. 91,76 Teile Gestein nahmen 8,24 Teile des Zuschlages, also 4,34 Teile  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  mit 3,90 Teile  $\text{FeO}$  auf.

VII. Sättigung mit  $\text{MgO}$ . Zusatz enthielt 95,4  $\text{MgO}$ . 97,6 Teile Gestein nahmen 2,4 Teile  $\text{MgO}$  auf.

VIII. Sättigung mit  $\text{CaO}$ . Zusatz: gepulverter isländischer Doppelspat. Versuch weniger genau, da die Tiegel angegriffen wurden. Die aufgenommene Menge wurde aus der Menge zurückgebliebenen Kalkes bestimmt in einer Mischung von 71,2 Teilen Gestein und 28,8 Teilen  $\text{CaO}$  im Platintiegel.

Weiter wurde die Lösungsfähigkeit des Glases für  $\text{SiO}_2$  festgestellt, nachdem die Menge der vorhandenen Basen verändert worden war.

IX. 95,6 Teile Gestein + 4,4 Teile  $\text{Al}_2\text{O}_3$  lieferten eine mit  $\text{SiO}_2$  gesättigte Schmelze, bestehend aus 63,7 Gestein, 2,9  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 33,4  $\text{SiO}_2$ .

X. 93,5 Teile Gestein + 6,5 Teile  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  lieferten eine mit  $\text{SiO}_2$  gesättigte Schmelze, bestehend aus 62,4 Gestein, 4,3  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 33,3  $\text{SiO}_2$ .

XI. 98,9 Teile Gestein + 1,1 Teile  $\text{MgO}$  lieferten eine mit  $\text{SiO}_2$  gesättigte Schmelze, bestehend aus 68,7 Gestein, 0,8  $\text{MgO}$ , 30,5  $\text{SiO}_2$ .

XII. 84,3 Teile Gestein + 15,7 Teile  $\text{CaO}$  lieferten eine mit  $\text{SiO}_2$  gesättigte Schmelze, bestehend aus 44,4 Gestein, 7,7  $\text{CaO}$ , 50,9  $\text{SiO}_2$ .

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
$\text{SiO}_2$	46,2	46,2	62,4	42,4	42,0	42,4	45,1	32,9	62,8	62,1	62,2	70,0
$\text{Al}_2\text{O}_3$	23,8	23,8	16,6	30,4	21,7	21,8	23,2	16,9	18,4	14,9	16,4	9,9
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	5,5	4,4	2,9	4,0	11,8	4,4	3,6	2,5	2,5	5,7	1,4	1,0
$\text{FeO}$	0,7	4,7	1,4	1,7	2,9	9,6	2,5	1,9	1,4	2,5	2,9	1,6
$\text{MgO}$	1,5	1,5	1,0	1,4	1,4	1,4	3,8	1,4	0,9	0,9	1,8	0,6
$\text{CaO}$	4,7	4,7	3,3	4,3	4,3	4,3	4,6	32,1	3,0	2,9	3,2	9,6
$\text{Na}_2\text{O}$	11,5	11,5	8,0	10,6	10,5	10,6	11,2	8,2	7,3	7,2	7,9	4,8
$\text{K}_2\text{O}$	6,0	6,0	4,2	5,5	5,5	5,5	5,9	4,3	3,8	3,7	4,1	2,5
Summe	99,9	99,8	99,8	100,0	100,1	100,0	99,9	99,9	99,8	99,9	99,9	100,0
Sp. Gew.	2,582	2,581	2,367	2,590	2,676	2,686	2,583	—	2,469	2,492	2,416	2,361

Verf. bespricht ausführlich die Erklärung der Differentiationsvorgänge unter Benutzung der Erfahrungen der Technik (vor allem der Glastechnik) in bezug auf Spaltungsvorgänge bei künstlichen Glasflüssen. Er erklärt die Differentiation (im Anschlusse an Durocher und G. F. Becker) als eine Krystallisation, hervorgerufen durch Temperaturerniedrigung oder Druckvermehrung. Dabei tritt unter

Umständen eine Trennung der Krystalle von der Mutterlauge nach dem spezifischen Gewichte ein. Sind die entstandenen Krystalle nur labil (Entstehung unter hohem Drucke), so werden sie bei Druckentlastung oder erhöhter Temperatur wieder flüssig und liefern chemisch differente Magmen. Ref.: E. Kaiser.

**10. A. Johnsen** (in Königsberg i. Pr.): **Ein neues Mischungsglied der  $MgCO_3$ -Reihe** (Centrälbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1903, 43—45).

Feinspätige, rote Massen von der Farbe des Roselith oder auch des Manganspats von Eisefeld bei Siegen. Spaltwinkel (Durchschnitt recht verschiedener Werte)  $72^0 49'$ .  $c = 0,806$  ca. Härte 3,5 (Mohs). Spec. Gew. 3,45.

Zusammensetzung:

<i>MgO</i>	33,41	<i>MgCO<sub>3</sub></i>	70,16
<i>MnO</i>	7,50	<i>MnCO<sub>3</sub></i>	12,44
<i>FeO</i>	6,50	<i>FeCO<sub>3</sub></i>	10,47
<i>CoO</i> (+ wenig <i>NiO</i> )	5,42	<i>CoCO<sub>3</sub></i>	8,12
<i>CO<sub>2</sub></i>	46,77	—	—
<i>H<sub>2</sub>O</i>	0,34	—	—
	99,64		100,89

Die Zusammensetzung ist ähnlich der des von Bodländer (s. diese Zeitschr. 24, 167) beschriebenen Carbonats von Grube Ende im Harteborntal bei Neunkirchen (Kreis Siegen).

Ref.: E. Kaiser.

**11. F. von Wolff** (in Berlin): **Über zwei mineralogisch interessante Steinbeile** (Ebenda 54—54).

Steinbeil, stammend aus Kaaden in Böhmen, besteht aus einem dem Nephrit nahestehenden Amphibolschiefer, der aus einem innigen Filzwerk von Nadeln und Säulchen einer lichten, aktinolithischen Hornblende zusammengesetzt ist, mit etwas Quarz und reichlichem Erz. Der äußere Habitus des dichten, schwarz gefärbten Beiles mit glatter Oberfläche gestattet nicht, das Gestein zum Nephrit zu stellen.

Steinbeil, stammend von Weitgendorf in der Ostpriegnitz (Prov. Brandenburg), besteht, abgesehen von einem unbedeutenden Gehalt an Titanitaggregaten, Zirkonkörnern und spärlichen Schüppchen und Fäserchen einer lichten glimmerartigen Substanz, der Hauptsache nach aus einem körnigen Gemenge eines dem Klinoisit Weinschenks zugehörigen Minerals. Es ist farblos, durchsichtig, gut spaltbar parallel der Längserstreckung. Es besitzt starkes Brechungsvermögen, geringe Doppelbrechung. Ebene der optischen Axen parallel den Spalt- rissen. Auslöschung in Schnitten nach der optischen Axenebene  $c:a = 27^0 - 31^0$ . Außergewöhnlich starke Dispersion der Mittellinien,  $q < v$ . Zonarer Aufbau. Wahrscheinlich monoklin, dann {100} Ebene der besten Spaltbarkeit, {010} Ebene der optischen Axen. Erste positive Mittellinie schief auf {100}. Gegenüber Epidot fehlt die gute Spaltbarkeit nach {001}, ebenso die Verlängerung nach der *b*-Axe.

Das Gestein wird als Klinoisitfels bezeichnet.

Ref.: E. Kaiser.

**12. F. Zambonini** (in Rom): **Beiträge zur Mineralogie Piemonts** (Ebenda 78—84, 117—124).

Granatit von Casteldelfino zeigt auf der Oberfläche häufig farblosen oder schwach gelblichen Granat ( $\text{SiO}_2$  40,37,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  24,83,  $\text{CaO}$  37,06,  $\text{MgO}$  0,49, Summe 99,75). Combination: {110}, {211}, zuweilen sehr klein {332}, sehr selten {100} und {210}. An einem Krystalle schmale Flächen von {541}.  $(110):(541) = 10^\circ 59'$  gem.,  $10^\circ 53' 37''$  ber. Ein gelblicher Grossularkrystall zeigte ebenfalls {541} sowie die für den Granat neue Fläche {12.11.1}.

$$\begin{array}{rcl} (211):(541) & = & 19^\circ 4' \text{ gem. } 19^\circ 6\frac{1}{2}' \text{ ber.} \\ (211):(12.11.1) & & 25 \ 35 \quad - \quad 25 \ 42 \quad - \end{array}$$

Diopsid, in demselben Gestein, in feinen, seidenglänzenden Massen. Zusammensetzung:  $\text{SiO}_2$  54,58,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,29,  $\text{FeO}$  0,34,  $\text{CaO}$  25,73,  $\text{MgO}$  17,86, Glühverlust 0,62, Summe 100,39; entsprechend  $25\text{Si}_2\text{O}_6\text{CaMg} \cdot \text{Si}_2\text{O}_6\text{CaFe}$ . Beobachtete Formen: {100}, {010}, {110}, {310}, {510}.

#### Granat, Klinochlor und Idokras von Civrari.

Klinochlor dunkelgrün. {001}, {112}, {111}, {043} (Tschermaische Aufstellung). Deutlicher Pleochroismus  $a = \text{smaragdgrün}$ ,  $b = \text{braungelb}$ ,  $c = \text{indigogrün}$ .

Granat, in kleineren Krystallen hellorange, die anderen weinrot, zeigt {110} durch zwei Flächen ersetzt, die in der kürzeren Diagonale des Rhombus unter  $4^\circ 34'$  zusammenstoßen. Starke Doppelbrechung.

Idokras hellkastanienbraun; bestimmbar: {400}, {110}.

Granat von der Rocca Rossa, honiggelb bis weinrot, Combination {110}, {211}, an einem Krystalle auch {111}, {321}, {431}. An einem Krystalle sind die Flächen von {110} in zwei Facetten zerlegt, von denen die eine {110} entspricht, während die andere um eine „ziemlich constante Größe“ ( $2^\circ 7' - 2^\circ 33'$ ) abweicht. Hierfür paßt das Symbol {22.21.1}.

#### Granat und Klinochlor aus der Gegend von Ovarda.

Tiefweinroter bis gelblichweißer Granat zeigt {110}, {211}, ganz selten nur {110}. Klinochlor sehr flächenarm ({001}, {111}, {043}, {010}).

#### Epidot und Albit von Comba Peraegüe.

Epidot von Grange Merletto zeigte {100}, {001}, {010}, {101}, {101}, {102}, {103}, {210}, {111} (vergl. diese Zeitschr. 37, 1), Epidot von Comba Peraegüe dagegen {001}, {100}, {010}, {210}, {101}, {701}, {101}, {102}, {201}, {111}. Es tritt das seltene {701} mit einer großen Fläche auf:

$$\begin{array}{rcl} (001):(100) & = & 64^\circ 38' \\ & & : (701) \quad 58 \ 35 \\ & & : (\overline{111}) \quad 75 \ 12 \\ (\overline{101}):(\overline{111}) & & 54 \ 48 \end{array}$$

Albit mit {010} (herrschend), {001}, {130}, {130} (beide häufig ziemlich groß), {110}, {110}, {101}, {201}, {111}, {111}. Auslöschungsschiefe auf {010} gegen die Kante  $[010:001] + 21^\circ$ .

#### Mineralien aus dem Kalkstein von Tollegno.

Titanit, flächenarm, gelb oder kastanienbraun, selten die beiden Enden eines Krystalles mit den beiden verschiedenen Farben. {001}, {100},

{110}, {111}, {111}. Starker Pleochroismus: a = fast farblos, b = grünlich-gelb, c = rosenrot.

Pyrrhotin in kleinen Körnern sowie sehr kleinen Täfelchen (vielleicht {211}, {111}).

Graphit in unregelmäßigen Massen und Täfelchen. Diopsid.

Eisenkies von Passobreve zeigt {210}, {111}, {321}, häufig mit {100}. Klein und oft gekrümmt sind: {340}, {520}, {720}, {920}.

	Gemessen:	Berechnet:
(340):(100)	= 18° 34'	18° 26'
(100):(520)	24 30	24 48
(720):(210)	44	40 37
(920):(210)	43 50	44 2

Titanit vom Monte Acuto, auf Epidotkrystallen sitzend. Tafelig nach {001}; {001} und {112} in viele Facetten zerteilt. Außerdem {100}, 110, {111}.

Diopsid vom Alatale (vgl. diese Zeitschr. 34, 239): {100}, {010}, {001}, {110}, {340}, {510}, {111}, {221}, {111}, {221}, {334}, {021}, {421}, {994}. Die letzte Fläche ist neu für Diopsid, aber eben und glänzend.

$$(\bar{2}21):(\bar{9}94) = 3^{\circ}21' \text{ gem., } 3^{\circ}30' 42'' \text{ ber.}$$

Ref.: E. Kaiser.

**13. A. Bergeat** (in Claustal im Harz): **Die Producte der letzten Eruption am Vulkan S. Maria in Guatemala (October 1902)** (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1903, 412—417).

**C. Schmidt** (in Basel): **Über vulkanische Asche, gefallen in San Cristobal L.C. (Süd-Mexiko) am 25. October 1902** (Ebenda 131).

**R. Brauns** (in Kiel, früher in Gießen): **Asche des Vulkans Sta. Maria in Guatemala** (Ebenda 132—134, 290).

**W. Schottler** (in Darmstadt, früher in Mainz): **Bemerkung über die in San Cristobal (Süd-Mexiko) am 25. Oct. 1902 gefallene Asche** (Ebenda 288—289).

**A. Bergeat: Einige weitere Bemerkungen über die Producte des Ausbruches am Sta. Maria, Guatemala** (Ebenda 290—291).

Die Asche des Vulkanausbruches des Vulkans Sta. Maria in Guatemala ist von verschiedenen Forschern unabhängig von einander untersucht worden. Die untersuchten Proben stammen teils aus der Nähe des Vulkans (Bergeat), teils aus 60 km (Brauns), teils aus 250 km Entfernung (Schmidt, Schottler).

Nach Brauns und Bergeat enthält die Asche die wesentlichsten Gemengteile eines Hypersthen-Hornblendeandesit, nach Schmidt die eines Hornblendeglimmerandesit. Schottler stellte jedoch fest, daß auch zu S. Cristobal niedergefallene Asche die wesentlichen Gemengteile des in der Nähe des Vulkans niedergefallenen Materiales enthält. Jedoch zeigte sich, daß an dem fernen Punkte nicht nur feineres, sondern auch an Schwergemengteilen ärmeres Material niederfiel, namentlich bei den zuerst gefallenen Aschen von heller (fast rein weißer) Farbe.



Bergeat konnte aus Bimssteinen z. T. recht gute und meistens ringsum von Flächen begrenzte Hypersthenkrystalle isolieren. Gute Krystalle kaum 1 mm lang, Bruchstücke von größeren. Beobachtet wurden {100}, {110}, {010}; vermutungsweise (sehr klein, undeutliche Reflexe) {250}, {520}; an den Enden {212}, vermutlich auch {111} und {211}. Einschlüsse von Magnetitkrystallen und Apatitnadeln.

Monokliner Pyroxen, braune Hornblende, Biotit, Olivin, Magnetit, Plagioklas (Andesin-Oligoklas) wurden ebenfalls beobachtet und genauer untersucht.

Brauns wies nach, daß die zu verschiedenen Zeiten gefallenen Aschen einen Unterschied in bezug auf Bimsstein und feinste staubartige Teilchen zeigen. U. d. M. wurden nachgewiesen: Hypersthen, monokliner Augit (sehr zurücktretend), Hornblende (nur in Bruchstücken), Biotit, Olivin (sehr zurücktretend), Feldspat, Magnetit, Apatit, Zirkon (wohl begrenzt: {100}, {111}, {311}), Titanit (vereinzelt), Eisenglanz als dünne Häutchen auf Spaltflächen von Hypersthen und Hornblende.

Ref.: E. Kaiser.

#### 14. F. Rinne (in Hannover): Verwandtschaft von Bromradium und Brombaryum in krystallographischer Hinsicht (Centralbl. f. Min. usw. 134—141).

Es wurden zwei Kryställchen und ein winziges Körnchen von zusammen etwa 3 mg untersucht.

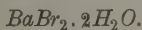
Krystallsystem: Monoklin.

$$a:b:c = 1,4485:1:1,1749; \beta = 65^{\circ}24'.$$

Beobachtete Formen:  $\{\bar{1}11\}$ ,  $\{110\}$ .

Winkel:	Krystall I.	Krystall II.	Mittel:
$(\bar{1}11):(\bar{1}11) = 94^{\circ}31'$		$94^{\circ}3'$	$94^{\circ}17'$
$(110):(\bar{1}11) = 65^{\circ}12'$		$65^{\circ}24'$	} $65^{\circ}10'$
$(1\bar{1}0):(\bar{1}11) = 64^{\circ}53'$		—	
$(110):(1\bar{1}0) = 105^{\circ}45'$		$105^{\circ}34'$	} $105^{\circ}34'$
$(\bar{1}10):(\bar{1}10) = —$		$105^{\circ}23'$	
$(1\bar{1}0):(1\bar{1}0) = —$		$74^{\circ}34'$	} $74^{\circ}24'$
$(110):(\bar{1}10) = —$		$74^{\circ}17'$	
$(\bar{1}10):(\bar{1}11) = —$		$44^{\circ}43'$	

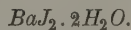
Für das Radiumbromid wird die Formel  $RaBr_2 \cdot 2H_2O$  angenommen nach der Ähnlichkeit der krystallographischen Verhältnisse mit Brombaryum  $BaBr_2 \cdot 2H_2O$  (vgl. diese Zeitschr. 30, 130).



Monoklin.

$$a:b:c = 1,4494:1:1,1656;$$

$$\beta = 66^{\circ}30'30''.$$

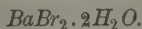


Monoklin.

$$1,4580:1:1,1528;$$

$$67^{\circ}2'.$$

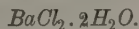
Die Verwandtschaft mit Baryumjodid (s. diese Zeitschr. 19, 497) ist direct ersichtlich, dagegen die mit Baryumchlorid erst nach einer Umformung.



Monoklin.

$$a:b:c = 1,3293:1:1,1656;$$

$$\beta = 89^{\circ}47'.$$



Monoklin.

$$1,3098:1:1,2355;$$

$$88^{\circ}55'.$$

Zur optischen Untersuchung waren die lichtorangefarbenen Kryställchen zu undurchsichtig. Nach der Umkrystallisation wurden Kryställchen erhalten, wahrscheinlich aus  $\{111\}$  oder  $\{111\}$  mit  $\{100\}$  bestehend. Die optischen Verhältnisse zeigen große Annäherung an rhombische Krystalle, ähnlich wie bei den nahe verwandten Körpern. Ebene der optischen Axen ist wahrscheinlich parallel  $\{010\}$ ; erste positive Mittellinie ist die Normale zu  $\{100\}$ .

Durch Verdunsten eines Lösungstropfens wurden zierliche Krystallskelette vom Bromradium erhalten, die als Zwillingsstöcke gedeutet werden müssen.

Ref.: E. Kaiser.

**15. L. Brugnatelli (in Pavia): Über Artinit, ein neues Mineral der Asbestgruben von Val Lanterna (Veltlin) (Centralbl. f. Min. usw. 144—148).**

Derselbe: Über Hydromagnesit und Artinit von Emarese im Aostatal (Ebenda 663—665).

Das früher schon kurz beschriebene Mineral (diese Zeitschr. 31, 54) kommt in den Asbestgruben von Val Brutta und der benachbarten Ortschaft Franscia im Lanternatal vor. Das Muttergestein ist ein Peridotit, bestehend hauptsächlich aus Olivin und Antigorit nebst Magnetit. Als Überzug des Gesteins tritt eine erdige, weiße, anscheinend amorphe Masse auf, welche zum Teil von dem neuen Mineral gebildet ist. Dieses bildet auf einer Stufe von Val Brutta zierliche, schneeweiße, aus sehr feinen prismatischen Kryställchen bestehende Schüppchen. Auf einer Stufe von Franscia bildet es ziemlich dicke, annähernd kugelige Aggregate mit ausgeprägt radialfaseriger Structur.

I. Direct bestimmte Werte.

II.  $H_2O$  durch Differenz berechnet.

III. Theoretische Werte für  $CO_3Mg.Mg(OH)_2.3H_2O$ .

	I.	II.	III.
$MgO$	41,34	41,34	40,82
$CO_2$	22,37	22,37	22,45
$H_2O$	34,90	(36,29)	36,73
	98,61	100,00	100,00

Spec. Gew. 2,028 (mit Thouletscher Lösung bei  $160^\circ$ ).

Messungen der Winkel der besonders ausgebildeten prismatischen Zone ergaben keine befriedigende Übereinstimmung.

Auslöschung || Längsrichtung. Scheinbarer Axenwinkel  $> 90^\circ$ .  $\gamma$  wenig höher als 1,5448,  $\alpha$  deutlich etwas kleiner als 1,506 (durch Vergleiche mit Flüssigkeiten). Nach dem optischen Verhalten ist das Mineral rhombisch. Härte kaum höher wie 2.

Mit Nesquehonit, Lansfordit oder Hydromagnesit ist das Mineral nicht identisch. Wegen der Zugehörigkeit zum Hydrogiobertit konnten Zweifel bestehen, doch zeigt dieser abweichenden  $H_2O$ -Gehalt und auch nicht die einheitliche Zusammensetzung wie Artinit.

Von Emarese im Aostatal stammt eine Stufe von Asbest, auf dem Artinit in zwei winzigen Büscheln, aus sehr feinen nadelförmigen Kryställchen gebildet, auftritt.

Hydromagnesit von Emarese hat ein spec. Gew. zwischen 2,196 und 2,210. Er bildet schneeweiße, schuppige, anscheinend erdige Aggregate, häufig warzenförmige Gebilde von divergent blättriger Structur. Auslöschung || Längs-

richtung.  $\beta$  etwas höher als 1,530,  $\gamma$  etwas höher als 1,538. Alle Beobachtungen sprechen für rhombisches, nicht für monoklines System (vgl. Weinschenk, diese Zeitschr. 27, 570).

Ref.: E. Kaiser.

**16. F. Slavík (in Prag) und J. Fišer (in Hohenstadt in Mähren): Datolith unterhalb Listie bei Beroun** (Centralbl. f. Min., Geol. usw. 1903, 229—235).

Graptolithenschiefer, schwarze Thonschiefer, die außer Quarz und tonigen sowie chloritischen Substanzen etwas Feldspat (ohne Zwillingslamellierung) und viel Kohlensubstanz enthalten, sind zum Teil am Diabascontact durch pneumatolytische Contactmetamorphose in ein völlig dichtes, hartes, an Adinol erinnerndes, licht aschgraues mattes Gestein, mit muschligem Bruche umgewandelt. Hauptbestandteil des Gesteines ist Datolith. [Ein ähnliches Contactgestein beschreibt Busz; vgl. d. Zeitschr. 36, 549.] Härte  $5\frac{1}{2}$ —6; spec. Gew. 2,946. U. d. M. zeigt sich eine typische Hornfelsstructur. Auf Klüftchen secundärer Datolith, oft einheitlich orientiert mit den anliegenden Datolithindividuen des Gesteins. Die Gesteinsindividuen sind von winzigen Poren durchschwärmt, die Datolithe auf den Klüften dagegen nicht.

Zusammensetzung des Gesteins (Analyse von H. Friedrich):

$SiO_2$	44,92
$CaO$	25,56
$B_2O_3$	17,64
$FeO + Fe_2O_3$	3,09 (als $Fe_2O_3$ bestimmt)
$Al_2O_3$	3,40
$MgO$	0,34
$K_2O$	3,17
$Na_2O$	0,57
$H_2O$	1,76
	<hr/> 100,45

Die Formel  $SiO_4Ca[B.OH]$  würde erfordern:  $B_2O_3$  17,64,  $SiO_2$  30,34,  $CaO$  28,28,  $H_2O$  4,55. Überschuß an  $SiO_2$  durch beigemengten Quarz,  $CaO$  durch kleinere Mengen  $MgO$  und  $FeO$  vertreten,  $OH$  zum Teil durch  $OK$  bzw.  $ONa$  ersetzt.

Kleine farblose Krystalle auf den Klüften zeigen vorherrschend pyramidalen Habitus, ähnlich den von Vrba (diese Zeitschr. 4, 358—360) beschriebenen Krystallen aus dem Kuchelbader Diabas. Es wurden beobachtet: {100}, {010}, {001}, {101}, {101}, {011}, {120}, {122}, {142}, {111}, {322}, {744} (neu), {211}, {522}.

Gemessen:	Berechnet:
(100): (744) = $34^0 12'$	$34^0 3\frac{1}{2}'$
(122): (744) = 83 49	83 59

Ref.: E. Kaiser.

**17. J. Knett (in Karlsbad): Quarz von Aich und Karlsbad** (Ebenda 292—294).

In einem Steinbruche bei Aich zeigten Quarzkrystalle einen dünnen Belag von rotem Eisenoxyd, auf dem dann, aus wässriger Lösung entstanden, die Quarzsubstanz fortgewachsen war.

Ein Rauchquarz — aus Gehängeschutt in Karlsbad — zeigt mehrere Ansatzzschichten, auf deren äußerster näpfchenartige Vertiefungen auftreten, die als natürliche Ätzfiguren gedeutet werden.

Ref.: E. Kaiser.

**18. R. Zimmermann** (in Chemnitz): **Neue Mineralien aus dem Quarzporphyr von Augustusburg in Sachsen** (Centralbl. f. Min. usw. 294—295).

Zu früher bekannt gewordenem nakritähnlichem Mineral, Kaolin und Quarz, treten noch Pyrit und Flußspat. Letztere selten in den Hohlräumen für sich allein, dagegen häufig auf Quarz aufsitzend.

Ref.: E. Kaiser.

**19. W. Vernadsky und S. Popoff** (in Moskau): **Zur Paragenese des Goldes von Siebenbürgen** (Ebenda 334—332).

Stufen von Verespatak und Offenbanya zeigen auf Goldplatten und Quarzdrusen als neueste Bildung eine weiße dichte Substanz, welche dem Evansit nahe steht.

Eine große Goldstufe von Verespatak mit Evansit zeigt eine Pseudomorphose von Eisenkies nach Zinkblende in der Form {111} mit abgerundeten Flächen, selten {322}. Einzelne Pseudomorphosen zeigen nur äußerlich eine Rinde von Eisenkies, der dann in Tetraëderform erscheint. Andere bestehen ganz aus Eisenkies, und weitere bestehen aus einem innigen Gemenge von Eisenkies und Zinkblende.

Ref.: E. Kaiser.

**20. Y. Buchholz** (in Hannover): **Der Wassergehalt des Kupferuranits** (Ebenda 362—365).

Kupferuranit von Redruth in Cornwall enthält 12 Mol. Wasser, also 4 Mol. mehr als bislang angenommen. Bestimmungen im Exsiccator und beim Erhitzen zeigten, daß bereits im Exsiccator fast 4 Mol. Wasser weggingen, woraus sich die früheren Bestimmungen erklären. Diese  $4H_2O$  gehen schon bei Zimmertemperatur verloren, erst bei  $95^{\circ}$  hat er weiter  $1H_2O$  verloren, bei  $148^{\circ}$ — $156^{\circ}$  weitere  $4H_2O$ , bei  $220^{\circ}$  weitere  $2H_2O$  und in der Glühhitze sein letztes Molekül  $H_2O$ .

Die für Kalkuranit bisher gefundenen Zahlen variieren stark. Wahrscheinlich besitzt auch dieses Mineral ursprünglich 12 Mol.  $H_2O$ .

Ref.: E. Kaiser.

**21. C. Ochsenius** (in Marburg in Hessen): **Blaues Steinsalz** (Ebenda 384—383).

30 Jahre lang im Dunklen aufbewahrte Stufen von »Steinsalz mit einer blauen Partie« und »Sylvin, gesprenkelt durch blaues Steinsalz« waren völlig entfärbt.

Ref.: E. Kaiser.

**22. A. Sachs** (in Breslau): **Apatit von Grube Prinzenstein bei St. Goar, Rheinpreußen** (Ebenda 420—421).

Apatit teils derb, teils wohlkrystallisiert in derben Quarz eingewachsen. Trüb undurchsichtig, wasserhell durchsichtig oder nur zart rosa angehaucht.

Formen: {0001}, {10 $\bar{1}$ 0}, {11 $\bar{2}$ 0}, {10 $\bar{1}$ 1}, {10 $\bar{1}$ 2}, {11 $\bar{2}$ 1}, {11 $\bar{2}$ 2}. Charakteristisch ist die Form {10 $\bar{1}$ 2}, die an sämtlichen untersuchten Krystallen

auftritt. Zwei Typen: entweder Vorherrschen der Prismenformen oder der pyramidalen Formen.  $(11\bar{2}0):(11\bar{2}1) = 34^{\circ}12'$ ;  $a:c = 1:0,7357$ .

Zusammensetzung:	<i>CaO</i>	54,08
	<i>MgO</i>	0,04
	<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	0,25
	<i>FeO</i>	0,02
	<i>MnO</i>	0,04
	<i>K<sub>2</sub>O</i>	0,17
	<i>Na<sub>2</sub>O</i>	0,13
	<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	42,93
	<i>F</i>	2,19
	<i>Cl</i>	0,02
	<i>SiO<sub>2</sub></i>	0,03
	<i>H<sub>2</sub>O</i>	0,24
	Summe	100,11
	Spec. Gew.	3,1407

Ref.: E. Kaiser.

**23. A. Sachs** (in Breslau): **Kalinatronglimmer als Drusenmineral in Striegau** (Centralbl. f. Min., Geol. usw. 1903, 422—423).

Ein außerordentlich feinschuppiges, perlmutterglänzendes Mineral ergab:

<i>SiO<sub>2</sub></i>	45,93
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	30,95
<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	2,83
<i>MnO</i>	0,07
<i>CaO</i>	1,15
<i>MgO</i>	0,34
<i>K<sub>2</sub>O</i>	9,22
<i>Na<sub>2</sub>O</i>	6,04
<i>Li<sub>2</sub>O</i>	0,09
<i>H<sub>2</sub>O</i>	3,70
	100,32

Dieser Kalinatronglimmer findet sich auf den hahnenkammförmigen Bildungen von jüngerem Albit, zusammen mit feinen Nadelchen von Turmalin als charakteristischem Begleitmineral.

Ref.: E. Kaiser.

**24. F. Rinne** (in Hannover): **Pleochroismus des grünen Mikroklin** (Ebenda 450—451).

Ein Schliff nach {010} ist kräftig, ein Schliff senkrecht zu {010},  $+5^{\circ}$  gegen die Basis geneigt, ist nur sehr schwach pleochroitisch.

a sehr licht grünlich, b meergrün, c farblos.

Ref.: E. Kaiser.

**25. E. Hussak** (in São Paulo): **Über den Raspit von Sumidouro, Minas Geraës, Brasilien** (Ebenda 723—725).

Bis 2 mm große prismatische, zum Teil auch dünntafelige Kryställchen von



bald hellgelber, bald hellgrauer oder ganz dunkelgrauer Farbe. Formen:  $\{100\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{101\}$ ,  $\{011\}$ , neu  $\{111\}$ .

Dreierlei Typen: Prismatisch nach der Orthoaxe; langprismatisch nach der Klinoaxe; dünntafelig nach  $\{101\}$ . Zwillinge nach  $\{100\}$ .

Pleochroismus nur in ganz dunkelgrau gefärbten Krystallen schwach bemerkbar. Nach  $\{101\}$  tafelige Krystalle zeigen fast genau senkrechten Austritt der ersten, positiven Mittellinie.  $2E = \text{ca. } 45^\circ$ . Doppelbrechung wie Lichtbrechung sehr stark. Optische Axenebene  $\parallel$  Symmetrieebene.

Spec. Gew. 8,465.

Raspit sitzt auf tafeligen Stolzitkrystallen, neben denen sich auch weißer Scheelit findet. Auf Klüften tritt Pyromorphit auf. Ref.: E. Kaiser.

**26. W. Florence** (in São Paulo): **Über Stolzit und Scheelit von Marianna de Itacolumy im Staate Minas Geraës (Brasilien)** (Centralbl. f. Min., Geol. usw. 1903, 725—728).

Beide Mineralien treten in einem leicht zerreiblichen Quarzit auf, Stolzit in Hohlräumen neben Freigold oder auf Kluftflächen, Scheelit meist in Körnern an den Wandungen der Hohlräume.

Stolzit.  $\{001\}$  rauh, mit Ätzfiguren;  $\{101\}$ ;  $\{111\}$  zurücktretend.

$$\begin{aligned} (111):(1\bar{1}\bar{1}) &= 48^\circ 50' \\ (101):(10\bar{1}) &= 65^\circ 45' \end{aligned}$$

Zonaler Bau. Schwefelgelb bis orangerot. Spec. Gew. 8,305.

Zusammensetzung:	$WO_3$	50,92
	$PbO$	47,78
	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	0,30
	$CaO$	0,92
	$MgO$	0,19

Keine Molybdänsäure. 100,41

Scheelit. Spitzpyramidal. Spec. Gew. 5,896.

Zusammensetzung:	$WO_3$	79,75
	$CaO$	19,84
	$MgO$	0,02
		99,61

Kein Molybdänsäuregehalt.

Ref.: E. Kaiser.

**27. A. Johnsen** (in Königsberg i. Pr.): **Bittersalzzwillinge nach  $\{110\}$**  (Ebenda 728—729).

Verschiedene Krystalle von  $SO_4Mg \cdot 7H_2O$  haben das Aussehen von sogen. Ergänzungszwillingen enantiomorpher Individuen mit parallelen Symmetrieebenen.

$$\begin{aligned} (040):(\underline{010}) &= 90^\circ 35', \quad 90^\circ 27', \quad 90^\circ 20\frac{1}{2}' \\ &= 90^\circ 35\frac{1}{2}' \text{ bei einer ähnlichen Verwachsung} \\ &\quad \text{von } SO_4(Mg, Co) \cdot 7H_2O. \end{aligned}$$

Nun liefern Zwillinge nach  $\{110\}$  einen Wert des angegebenen Winkels von  $90^\circ 34'$ . Daraus folgt, daß Verwachsungen gleicher Krystalle von der Form  $\{110\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{1\bar{1}1\}$  vorliegen.

Ein einziger Krystall — aus boraxhaltiger Lösung gewonnen — erwies sich als Verwachsung zweier enantiomorpher Krystalle mit parallelen Symmetrieaxen, bestehend aus  $\{110\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{111\}$  bzw.  $\{1\bar{1}0\}$ ,  $\{0\bar{1}0\}$ ,  $\{1\bar{1}\bar{1}\}$ .  $(010) : (0\bar{1}0) = 0^0 7'$ , gemessen ( $0^0 0'$  berechnet).

Ref.: E. Kaiser.

**28. C. Doelter** (in Graz): **Krystallisationsgeschwindigkeit und Krystallisationsvermögen geschmolzener Mineralien** (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal., 1903, 608—619).

Das von Tammann für unterkühlte Flüssigkeiten nachgewiesene Temperaturmaximum für das spontane Krystallisationsvermögen (Anzahl  $n$  der in der Volumeneinheit während die Zeiteinheit sich bildenden Krystallkerne) scheint auch bei Mineralschmelzen vorhanden zu sein. Die Krystallisationsgeschwindigkeit (bei Tammann lineare Geschwindigkeit in mm pro Minute, vom Verf. für geschmolzene Mineralien pro 100 Minuten genommen) zeigt bei Mineralien nach verschiedenen Richtungen abweichende Werte.

Verf. hat die Zahl der in ungefähr gleicher Zeit erhaltenen Krystalle zählen und ihre Längen vergleichen können. Die Zahl der Kerne wechselt innerhalb des Temperaturintervalles, in dem Krystallisation stattfindet, sehr stark und zwar wächst sie anfangs langsam, dann sehr rasch und fällt dann wieder zunächst langsam, später rasch.

Die Unterkühlung hängt mit der Krystallisationsgeschwindigkeit und dem Krystallisationsvermögen zusammen. Der Druck ist nicht unmittelbar von großem Einfluß. Im Anschluß an die Versuche von Tammann nimmt Verf. an, daß der Einfluß des Wassers und der sogenannten Mineralisatoren sich auch in Vergrößerung des Krystallisationsvermögens und der Geschwindigkeit äußert.

Versuche an gesteinsbildenden Mineralien in 2 cm haltenden Platinzylindern von  $7\frac{1}{2}$  mm Durchmesser. Es wurde nach dem Schmelzen eine gleichmäßige Unterkühlung von  $30^0$ — $45^0$  herbeigeführt und erst nach 50 Minuten eine weitere bis zur völligen Erstarrung.

Augit besitzt unter den gesteinsbildenden, untersuchten Mineralien die größte Krystallisationsgeschwindigkeit und das größte Krystallisationsvermögen. Bei den großen Krystallen schwankt die Krystallisationsgeschwindigkeit nach den zwei am meisten verschiedenen Richtungen zwischen 4 : 8 und 4 : 3. Die Dimensionsunterschiede sind gering bei den Körnern, die sich bei maximalem Krystallisationsvermögen bilden.

Labrador besitzt geringeres Krystallisationsvermögen. Krystallisationsgeschwindigkeit oft sehr bedeutend, stark wechselnd mit der Temperatur, Unterschiede nach den verschiedenen Richtungen zwischen 4 : 8 und 4 : 20.

Orthoklas krystallisiert aus dem Schmelzflusse erst durch Zusatz von Wolframsäure.

Nephelin. Krystallisationsgeschwindigkeit kleiner wie bei Plagioklas. Große Unterschiede nach verschiedenen Richtungen (daher dünne Nadeln nach der Hauptaxe).

Leucit hat geringeres (aber nach den verschiedenen Richtungen gleiches) Krystallisationsvermögen wie Nephelin.

Olivin. Krystallisationsgeschwindigkeit und -vermögen je nach Fe- und Mn-Gehalt sehr verschieden.

Magnetit. Geringere Krystallisationsgeschwindigkeit, aber ziemlich bedeutendes Krystallisationsvermögen.

Granat. Versuche nur mit Schmelzmitteln. Aus Chloriden entstehende Krystalle haben nur geringe Krystallisationsgeschwindigkeit.

Mejonit, Sarkolith. Keine sehr große Krystallisationsgeschwindigkeit.

Approximative Zahlen für die maximale Krystallisationsgeschwindigkeit der unter gleichen Verhältnissen erprobten Mineralien [Augit = 20]:

Augit 20,	Leucit 3—4,
Labrador 6—7,	Magnetit 1—2,
Olivin 3,	Sarkolith 2—3.
Nephelin 5,	

Außerdem zahlreiche Einzelangaben und Schlüsse in bezug auf die Genesis der Eruptivgesteine.

Ref.: E. Kaiser.

**29. J. Lenarčič (in Graz): Über gegenseitige Löslichkeit und Ausscheidungsfolge der Mineralien im Schmelzflusse** (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1903, 705—722, 743—751).

Die Versuche wurden in Roseschen Tiegeln im Fourquignon-Ofen ausgeführt. Die Mischungen der ersten Versuchsreihe wurden rasch geschmolzen, 2 Stunden im Schmelzflusse erhalten und dann rasch abgekühlt, damit sie ein genaues Bild des Schmelzflusses gaben. Bei der zweiten Versuchsreihe wurde die bei 1030° gleichmäßig geschmolzene Masse rasch zur Viscosität (900°) abgekühlt, in diesem Zustande 3—5 Stunden belassen und erst dann rasch vollständig abgekühlt.

Messung der Temperaturen mit den Pyrometern von Princep.

I. Versuche über die gegenseitige Löslichkeit der Mineralien im Schmelzflusse.

a) Magnetit im Labrador: 1. 1 Teil M. in 20 Teilen L. (Gewichtsverhältnisse) bei 1220° vollkommen löslich. Schmelze bestand größtenteils aus eisenhaltigem Glas; Labrador hat Eisen aufgenommen und ist gefärbt. 2. 1 Teil M. in 10 Teilen L. vollkommen löslich unter Ausscheidung von Augitkrystallen (ähnlich Hedenbergit). 3. 1 M. : 5 L. Löslichkeit hat die Grenze erreicht; neben Augitkrystallen einzelne isolierte Magnetitkrystalle. 4. 1 M. : 3 L. Magnetit ist teils in gut ausgebildeten Einzelkrystallen, teils in Form eines krystallinischen Aggregates abgeschieden.

b) Labrador im Augit. Versuche mit 1 L. : 20 A., 10 A., 5 A., 3 A. Die beiden ersten Versuche lieferten eine vollkommen homogene, grünlichbraune Glasmasse, die beiden letzten neben Glas große gut ausgebildete Augitkrystalle. Bei 1160° und zweistündiger Einwirkung wird bei dem Verhältnisse 1 L. : 5 A. schon ein kleiner nicht mehr in Lösung behaltener Rest des Labradors bereits als solcher abgeschieden.

II. Versuche über die Ausscheidungsfolge der Mineralien aus Schmelzflüssen. a) Verwandt: Augit von den Monti rossi (Sicilien), Labradorit von Mohilew in Volhynien. 1 L. : 2 A. : Ohne mechanisches Rühren der Schmelze scheidet sich der in geringerer Menge vorhandene Labrador zuerst aus (labiler Gleichgewichtszustand), öfteres Rühren bewirkt zuerst Ausscheidung des in größerer Menge vorhandenen Augit (stabiler Gleichgewichtszustand). 1 L. : 1 A. Die Schmelze zeigt nur Augit ausgeschieden. 2 L. : 1 A. Labrador primär in Gestalt von zu Büscheln oder Drusen gruppierten Labradornadeln ausgeschieden.

Augit erst später, aber rascher ausgeschieden. b) Ausscheidungsfolge der einzelnen Mineralien, welche Magnetit und Albit in verschiedenen Mengen enthielten. 1 M. : 3 A. Schmelze: grünes Eisenoxydulglas mit einzelnen Magnetitkörnchen und Albitleisten; Magnetit wurde zuerst abgeschieden. 4 M. : 4 A. lieferte vereinzelte zarte Albit-Nädelchen, dagegen Magnetit in zahlreichen zuerst ausgeschiedenen Körnchen und Kryställchen als Folge des großen Krystallisationsvermögens des Magnetits. 2 M. : 4 A. lieferte Magnetitausscheidungen sehr dicht in der Grundmasse, aber keinen Albit. c) Gegenseitiges Verhalten von Olivin (Söndmöre in Norwegen) und Labrador (Mohilew in Volhynien). 4 O. : 6 L. Schmelze mit scharf ausgeprägter Differenzierung. Olivin im Labrador aufgelöst unter Bildung eines grünen Eisenoxydulglases und Ausscheidung des größten Teiles des Olivins. Ein großer Teil des Olivins ist gegen die Oberfläche hin als krystallinisches Aggregat abgeschieden. Ein Teil des Labradors kam erst später zur Ausscheidung. 2 O. : 4 L. zeigte Olivin ebenfalls zuerst ausgeschieden, Labradorausscheidung erst beginnend. d) 4 Leucit auf 4 Augit. Ausgeschieden: Plagioklas, Augit, Magnetit, Olivin und Glas. Diese zwei Componenten lieferten durch Umschmelzung einen ziemlich eisenreichen, Olivin führenden Plagioklasbasalt. e) 4 Teil Fayalit (Schlacke) mit 4 Sarkolith (Vesuv) zeigte Fayalit als Einschlüsse im Sarkolith. f) 4 Hedenbergit (Tunaberg) und 4 Eläolith (Laurvik) zeigten ersteren völlig aufgelöst. g) 4 Augit (Rio Patas, Cap-Verden) und 9 Eläolith (Laurvik) zeigten Augit völlig aufgelöst; Glasmasse war nur in Spuren gebildet worden, ebenso wie bei dem vorhergehenden Versuche. 4 Eläolith + 5 Augit lieferten Augit als erstes Ausscheidungsproduct, eingeschlossen im Eläolith.

Die Folge der Ausscheidungen aus dem Schmelzflusse zweier Componenten entspricht nicht in allen Fällen den Regeln, welche für binäre Mischungen aufgestellt sind.

Ref.: E. Kaiser.

**30. E. Weinschenk (in München): Weitere Beobachtungen über die Bildung des Graphits, speciell mit Bezug auf den Metamorphismus der alpinen Graphitlagerstätten** (Zeitschr. f. prakt. Geol., 1903, 11, 16—24).

Verf. verteidigt zunächst seine auch in dieser Zeitschr. 28, 291, besprochene Theorie der Entstehung der Graphitlagerstätten namentlich in den Alpen durch Einwirkung der Centralgranite auf carbonische Schiefer. Die Erörterungen bewegen sich meist auf geologischem Gebiete.

Anschließend werden einige specielle Vorkommen beschrieben. Ein kleiner Graphitgang mit einem Gesteinseinschlusse von der Graphitlagerstätte bei Ragedara auf Ceylon zeigt den Zusammenhang zwischen der Bildung von Graphit und Nontronit besonders deutlich. Der Einschluß, ein stark zersetzter, lichter granatfreier Granulit, ist rings umgeben von radial gestellten Graphitblättchen und durchsetzt von einem kleinen, parallelschuppig-faserigen Trum von Graphit. Zahlreiche kleine Graphitrosetten mit einem gelben Fleck, vorherrschend aus Nontronit, sind im Centrum zerstreut vorhanden. Auch das Trum und die radial gestellten Graphitblättchen sind von Nontronit umsäumt. Graphit und Nontronit erscheinen so an einander gebunden.

Beim Abbruch eines alten Hochofens bei Amberg wurde beobachtet, daß die Mauersteine eine besondere Art der Verkohlung zeigten. Erlige Absätze von amorphem Kohlenstoff in der Form von Ruß haben namentlich die Gestellsteine in den höheren Teilen des Ofens imprägniert, während an den tieferen, auch am stärksten erhitzten Teilen wohlerkennbarer Graphit die Gestellsteine



imprägnierte. Zwischen beiden Absätzen war eine scharfe Grenze vorhanden. Der Graphit wurde begleitet von der Bildung einer feinschuppigen gelben Substanz von nontronitähnlichem Aussehen, die jedoch wasserfrei war. — In dem Bodenstein ist neben Graphit ein dem Äkermanit Vogts nahestehendes Silicat gebildet worden.

Ref.: E. Kaiser.

**31. C. Ochsénius** (in Marburg in Hessen): **Glaubersalzschichten im Adschidarja** (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1903, 11, 33).

Massiges Glaubersalz setzt sich bei Winterkälte im Untergrunde des flachen Busens ab. Es entsteht aus der Umsetzung von Chlornatrium und Magnesiumsulfat, indem sich Natriumsulfat niederschlägt, während Chlormagnesium gelöst bleibt. Mächtigkeit des Glaubersalzes 2 m, Jahreszuwachs 4 cm.

Ref.: E. Kaiser.

**32. E. Kohler** (in München): **Adsorptionsprocesse als Factoren der Lagerstättenbildung und Lithogenesis** (Ebenda 49—59).

Die in der Chemie als Adsorption längst bekannte Erscheinung zeigt sich in der Natur an manchen Stellen, ist aber bis jetzt, außer von der Bodenkunde, nicht hinreichend gewürdigt worden.

Der Bleisandstein von Freiburg in der Oberpfalz (s. diese Zeitschr. 40, 519) soll durch Adsorption der auf einer Spalte aufsteigenden Metallsalzlösungen an Kaolinsandsteinen entstanden sein, die eine wechselnde Menge von Kaolin enthalten. Ähnliche Deutung wird durchgeführt für die Blei- und Kupfersandsteine von Mechernich, Münster-Eifel, Sanct Avold und Saarlouis. Das Erz ist an Sandsteine mit Ton bzw. Kaolin als Bindemittel gebunden. Kupfererze bei Senze do Itombe in der portugiesischen Provinz Angola sind an kaolinführende Sandsteine gebunden (Voit, diese Zeitschr. 40, 512). In Utah und Neumexiko treten silber- und kupferreiche Sandsteine auf, bei denen durch die Adsorption des Tones, der das Bindemittel der Sandsteine bildet, die sehr verdünnten Lösungen der Salze stark concentrirt wurden. Auch poröse Kohle, z. B. die Mulmkohle von Stockheim, zeigt eine Adsorption von Metallsalzlösungen. Bei der Bildung der Kupferschiefer soll fallende Trübe eine Adsorption auf sehr verdünnte Lösungen ausgelöst haben, was namentlich bei Anwesenheit von Ammoniak am leichtesten und vollkommensten geschah. Auch an anderen Stellen wie bei Frankenberg, Geismar, Stadtberge, auf Helgoland und im Spessart, ist der Kupfergehalt an Letten geknüpft und entweder primär durch die Adsorptionskraft der Trübe oder später durch die Adsorption der in dem festen Gestein circulierenden Lösungen entstanden.

In ähnlicher Weise sollen die sogenannten Krystalsandsteine (»Facetten-quarzsandsteine«) der mitteldeutschen Trias durch die Adsorption von Kieselsäure, die in Wasser (als Hydrosol) gelöst ist, an den vorher vorhandenen, von einer dünnen Lettenschicht bedeckten Quarzkörnern entstanden sein.

Auch Chloride und Sulfate der Alkalimetalle und des Magnesiums unterliegen in der Natur Adsorptionsvorgängen.

Ref.: E. Kaiser.

**33. J. Bellinger** (in ?): **Bemerkungen über das Mangan- und Eisenerzvorkommen bei Niedertiefenbach im Lahntal** (Ebenda 68—70).

Derselbe: **Über die Entstehung der Mangan- und Eisenerzvorkommen bei Niedertiefenbach im Lahntal** (Ebenda 237—242).



Die Manganerze der bei den Orten Herkholzhausen, Schupbach, Steeten, Dehrn und Hadamar in der Umgebung von Niedertiefenbach auftretenden Mangan- und Eisenerzlagerstätten sind vorwiegend Manganit und Pyrolusit, sowie Psilomelan. Brauneisenstein tritt in stalaktitenartigen Bildungen auf. In der Regel sind beide Erze gemengt als manganhaltiger Brauneisenstein. Reiner mulmiger Roteisenstein (Eisenrahm) zeigt sich in unmittelbarer Nähe der manganhaltigen Eisenerze. Pseudomorphosen von Quarz nach Kalkspat, Baryt und Flußspat; Zeolithe. Die Bildung der Lagerstätten wird auf die Verwitterung der Schalsteine zurückgeführt.

Ref.: E. Kaiser.

**34. H. Everding (in Berlin): Die Schwerspatvorkommen am Rösteberge und ihre Beziehung zum Spaltennetz der Oberharzer Erzgänge (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1903, 11, 89—106).**

Der Rösteburg zwischen Grund und Gittelde, nördlich von Osterode am westlichen Harzrande zeigt in Zechsteinkalk und Dolomit aufsetzende Gangspalten, die mit Schwerspat ausgefüllt sind. Früher nahm man eine flötzartige Einlagerung in dem Zechstein an, während jedoch die Untersuchungen des Verfs. die Gangnatur sicher feststellen. Diese Schwerspatvorkommen sind metasomatischer Entstehung und durch Einwirkung von baryumbhaltigen Lösungen auf die Zechsteinkalke entstanden. Nahe an den Gangspalten sind die Kalke in Brauneisenerz umgewandelt, das nur einzelne Schwerspattrümer enthält, während die eigentliche Barytbildung auf eine weiter abliegende Zone beschränkt ist. Die Bildung der Brauneisenerze dürfte der Barytbildung vorausgegangen sein.

Die Spalten stehen in Beziehung zu den Oberharzer Erzgängen, die darnach auch ein sehr jugendliches Alter haben.

[Ref. hat bei geologischen Aufnahmen, gemeinsam mit Herrn L. Siegert, das metasomatische Auftreten von Schwerspat noch an anderen Punkten des westlichen Harzrandes, sowie das Auftreten von Bleierzen (Bleiglanz, Pyromorphit) und Zinkblende feststellen können, wodurch ein weiterer Zusammenhang mit den Oberharzer Erzgängen dargetan wird.]

Ref.: E. Kaiser.

**35. F. Cirkel (in Montreal): Vorkommen und Gewinnung von Asbest in Canada (Ebenda 123—131).**

Die große Beteiligung von Canada an der Asbestproduction zeigen folgende Ziffern aus dem Jahre 1904. Es producierten:

Vereinigte Staaten	1300 Tonnen
Italien und Rußland	2000 -
Canada	38500 -

Der Serpentin-asbest Canadas besitzt ölgrüne, bisweilen auch dunklere Farbe, bis olivgrün, auch hellere bis zur weißlichen. Im Ottawa-District liegt ein Vorkommen von dunkelbläulicher Farbe mit außergewöhnlich feinfaseriger Structur.

Zweierlei Vorkommen in geologischer Beziehung:

I. Typus Templeton, sehr begrenzt und beschränkt auf die krystallinen Kalke des Ottawadistrictes. Verschiedenfarbige Orthoklasgneise, Hornblende- und Glimmergneis, Pyroxengneis und ausgedehnte Bänder von krystallinen Kalk wechseln mit einander ab. In den zumeist grobkörnigen Kalklagen mit

recht wechselnder Mächtigkeit zeigen sich Serpentin in Nestern und Flecken, Phlogopit in Krystallen und Graphit in Schuppen und manchmal ausgedehnten Lagern. Der Serpentin bildet ellipsoide oder kugehlingartige Körper ( $\frac{1}{2}$ —15 m Durchmesser), Farbe dunkelgrün, hellgrün, smaragdgrün, grünlichgelb und bräunlich. Accessorisch noch Eisenkies, Bleiglanz, Hämatit. Asbest bildet im Serpentin schmale Adern mit 4—40 mm langen Fasern quer zu den Begrenzungsflächen; Fasern von außergewöhnlicher Feinheit und Elastizität.

II. Typus Black-Lake-Thetford nach dem Vorkommen an der Eisenbahn zwischen Sherbrook und Quebeck, ungefähr 150 engl. Meilen westlich von der Stadt Montreal. In der Provinz Quebeck drei Areale: 1. am östlichsten in der Gaspehalbinsel (Mount Serpentine am Darlmouth River; Mount Albert, hier zusammen mit Chromeisenstein). 2. Centralgebiet, zieht sich vom Chaudier River südwestlich über die Districte Broughton, Thetford, Black-Lake, Coleraine, Wolfertown und Ham. Quantität zumeist gering. 3. Vom Dorfe Danville über Melbourne, Brompton, Orford und Potton über die amerikanische Grenze bis in den Staat Vermont.

In dem Gebiete von Thetford-Black-Lake tritt Serpentin im Cambrium auf zusammen mit Schiefern, Conglomeraten und Sandsteinen, sowie mit feinkörnigem Diorit, von dem Übergänge zu Serpentin führen. Jüngere Durchbrüche von Granulit sollen für das Auftreten von Asbest günstige Bedingungen hervorgerufen haben. Der meist düstere, dunkelgrüne bis schwarzgrüne, oft gefleckte und geaderte Serpentin hat splittrigen Bruch und mattes Aussehen im Gegensatz zu dem fettig ausschenden Templeton-Serpentin. In engem Zusammenhange mit dem Serpentin stehen Nester, Nieren und Stöcke von grünem bis weißlichem Talk. Chromeisenstein in Nestern und Stöcken soll bei der Umwandlung des Olivins zu Serpentin sich gebildet haben; Auftreten in linsenartigen Lagern von 5—20 m Ausdehnung. Asbest tritt durchweg in schmalen Adern von 5—60 und 80 mm Mächtigkeit auf; dunkelgrüne Farbe. Accessorisch im Asbest treten Magneteisen und Chromeisen auf. Als Begleiter des Asbestes häufig kleine Adern, Nester und Nieren von Chromeisenstein.

Ref.: E. Kaiser.

**36. Th. von Górecki (in ?): Die Magneteisenerzlagerstätten der Hütte »Nikolajewski Zawod« im Gouv. Irkutsk (Westsibirien) (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1903, 11, 448—455).**

Die Gruben liegen im Kreise Nischnie-Udinsk und stehen durch den Fluß Dolonowka, einen Nebenfluß der Oka, mit der Angara in Verbindung. Das Magneteisen tritt auf der Grube Dolonowski in einem als »Granit-Gabbro-Dolerit« [! Ref.] bzw. »Trapp« bezeichneten Gesteine in lagenförmiger Anordnung, oft in zahlreichen parallelen Adern und Bändern mit Calcit und Quarz als Gangart auf. Die Gänge gehen auch in »Diabas-Porphyr-Tuffe« über. Auf der Grube Jermakowski tritt das Magneteisenerz mit Bandstructur, seltener oolithischer Structur (Körner von 1 cm Durchmesser) auf, zum Teil in einem massigen Gestein, wie auch in zugehörigen Tuffen. Die Lagerstätte Krasnojarski weist ebenfalls deutliche Bandstructur und enge Verwachsung mit Kalkspat auf. Die Grube Keschemski Rudnik zeigt kammartigen Ausstrich der Lagerstätte, die wesentlich aus Magneteisen, Kalkspat und wenig Quarz besteht. Nebengestein Diabas, Augitporphyr, Tuffe und Breccien.

Die Entstehung dieser Lagerstätten wird auf Thermalwasser zurückgeführt, die im Anschluß an die Diabaseruptionen auftraten und die aufgerissenen Spalten mit Erz ausfüllten.

Ref.: E. Kaiser.

**37. M. Blanckenhorn (in Pankow b. Berlin): Über das Vorkommen von Phosphaten, Asphaltkalk, Asphalt und Petroleum in Palästina und Ägypten** (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1903, 11, 294—298).

Die Phosphatlagerstätten gehören dem mittleren Senon an und sind in Palästina 1894 vom Verf., in Ägypten an mehreren weit auseinander liegenden Plätzen von den Expeditionen der Geological survey of Egypt entdeckt worden. Dunkel-farbige Kalke und Feuersteinbänke sind teilweise äußerst reich an organischen Resten, aus deren Zersetzung einerseits das Bitumen der Bitumenkalke, andererseits der Phosphorgehalt der Phosphate hervorging. Auf dem Hochplateau des Ostjordanlandes liegt ein Phosphatvorkommen der Zusammensetzung  $P_2O_5$  36,00,  $CaO$  53,00,  $Al_2O_3$  0,48,  $Fe_2O_3$  0,64,  $R_2Ca$  9,80,  $SO_4Ca$  4,86, unlöslich 0,46 (Analyse von Elschner). In der Wüste Juda treten Kreidephosphate in Wechsellagerung mit Bitumenkalken und bituminösen Mergeln auf. (Gehalt an dreibasischem Kalkphosphat 45,13—50,0, an  $CO_3Ca$  42,7,  $Fe_2O_3 + Al_2O_3$  2,54,  $SiO_2$  3,0).

Vorkommen von Kreidephosphaten in Ägypten: Sinai; Arabische Wüste, 41 km von der Küste des roten Meeres an der Vereinigung der Wadi Wasif und Safaja; im Süden der Duwi-Kette am Wadi Abu Zerán, südlich Qosseir; im Westen der Duwi-Kette in der Saga-Ebene, ca. 50 km nordwestlich Qosseir; im Nordosten von Qeneh zwischen dem Gebel Serrai und Abu Had (Koprolithenlager); 40 km von der Eisenbahnstation Qift 6—7 km vom Rande der Kulturbene des Nils auf dem Plateau el Qurn; Oase Dahle in der Lybischen Wüste.

Bitumenkalke und Asphaltkalke in der Wüste Juda in einer Zone parallel zum Toten Meere und Jordantal, im besonderen in der Gegend von Nebi Musa (wird in Bethlehem zu Schmuckgegenständen verarbeitet). Asphalt am Toten Meere und in seiner Umgebung (77,18 C, 9,07 H, 9,40 S, 2,10 N, 0,50 Asche; Summe 98,25. Analyse von Jacunski). Asphalt soll durch Petroleumquellen entstanden sein, deren leichtflüchtige Bestandteile verdunsteten. Petroleumquellen sind jetzt noch vorhanden im Toten Meere und in dessen Nähe.

Ref.: E. Kaiser.

**38. V. Novarese (in Rom): Der Bauxit in Italien** (Ebenda 299—304).

Die bis jetzt sicheren italienischen Bauxitfundorte liegen im Zentral-Appenin: Rocca di Mezzo, Ovindoli, Lecce dei Marsi, Collelongo und Villavallelonga in dem großen Gebirgskessel um den ehemaligen Fucinersee; Pescosolido im Lirital umweit Sora; Cusano Mutri und Pietraraja im Matesegebirge (Provinz Benevento); Dragone bei Piedimonte d'Alife (Provinz Caserta) und andere.

Der Bauxit kommt in 4—8 m mächtigen Bänken in Kreidekalkstein als gleichaltrige Bildung vor; er besitzt bald tief braunrote, bald gelblichrote, hellrosa oder weißliche Farbe mit eigenartiger pisolithischer Structur. Spec. Gew. 2,95—3,45 (Mattirolo).

I. sogenanntes Eisenerz, Lecce dei Marsi; (Analytiker: Mattirolo).

II. sogenannter Bauxit, Lecce dei Marsi; (Aichino).

III. - - - Pietraraja; (Mattirolo).

## VI. sogenannter Bauxit, Pescosolido; (Mattiolo).

V. — — — — — Rocca di Mezzo.

	I.	II.	III.	IV.	V.
$Al_2O_3$	47,44	57,60	58,85	58,40	56,53
$Fe_2O_3$	36,37	26,55	18,62	24,12	24,88
$FeO$	—	—	—	0,71	—
$SiO_2$	2,33	2,79	7,91	2,52	6,87
$TiO_2$	2,86	1,27		1,27	
$CaO$	0,38	nicht best.	0,30	—	0,25
$MgO$	0,41		0,37	—	Spur
Glühverlust	10,17	11,71	12,40	12,25	11,08
$H_2O$ bis zu $110^0$	0,84	—	0,87	0,86	—
$P_2O_5$	0,02	—	—	—	—
	100,72	99,92	99,32	100,13	99,64

Ref.: E. Kaiser.

**39. J. Samojloff** (in Nowo Alexandria, Gouv. Lublin): **Die Turjiterze Rußlands** (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1903, **11**, 304—303).

Turjit [ $2Fe_2O_3 \cdot H_2O$ ] tritt im Ural in zwei Regionen auf: im Bogoslawskischen Bergrevier (Nord-Ural) in der Turjinskischen, Auerbachschen und Woronzowschen Grube, sowie in einem Schurfe hinter dem Kakwaflusse; im Süd-Ural in den Bakalskschen Eisenerzgruben (diese Zeitschr. **34**, 701; **37**, 493).

In Central-Rußland tritt Turjit an zahlreichen Punkten auf: Grunj-Wargolskoje, Kr. Eletz (Gouv. Orel), Lamskoje Masslowo, Kr. Efremow, Smirnowka, Kr. Krapiwna (Gouv. Tula) u. a.

Turjit aus dem Dep. Wladimirowka, Gouv. Tula, zeigt die Zusammensetzung:  $Fe_2O_3$  87,93,  $SiO_2$  2,42,  $Al_2O_3$  1,60,  $P_2O_5$  1,57,  $H_2O$  6,52, Summe 99,74.

Verf. vermutet eine weite Verbreitung dieses Erzes, das mit Limonit, Goethit, Hämatit leicht verwechselt wird.

Ref.: E. Kaiser.

**40. Löcke** (in Dillenburg in Nassau): **Opal in der Gegend von Dillenburg** (Ebenda, 303).

Diabas bei Oberscheld im Dillkreise zeigte bläulichen bis milchweißen Opal zum Teil mit lebhaftem Farbenspiel, Edelopal [? Ref.], zusammen mit Jaspopal, Quarz.

Ref.: E. Kaiser.

**41. P. Krusch** (in Berlin): **Beitrag zur Kenntnis der nutzbaren Lagerstätten Westaustraliens** (Ebenda, 324—334, 369—389).

1. Die Goldlagerstätten des Kalgoorlie-Bezirktes (vgl. diese Zeitschr. **32**, 178, 299; **33**, 202; **35**, 291; **37**, 93; **38**, 302; **41**, 413) treten in schieferigen Amphiboliten, massigen Hornblendegesteinen, Schiefern und Felsiten auf. Stark zertrümmerte Zonen in den verschiedensten Gesteinen zeigen eine Ausfüllung der Spalten mit Golderzen und Gangart von Quarz, seltener Kalkspat, sowie eine Imprägnation der zwischen den Spalten liegenden Nebengesteinsteile mit Erzen («zusammengesetzte Gänge», aber nicht im Sinne von Cotta und Beck, da die Imprägnation auf beiden Seiten der Spaltenzüge hin sich allmählich in das Nebengestein verliert). Drei Ganggruppen, bei denen der Great-Boulder-Gang, der



Lake View Lode (bezw. Perseverance Lode), der Brownhill Iron Duke Lode die wichtigsten Repräsentanten bilden, sind vorhanden. Gold tritt primär zum Teil als Freigold, zum Teil an Schwefelkies bezw. an Tellur gebunden auf. Am häufigsten besteht das normale Erz aus einem mehr oder weniger verquarzten Gestein oder auch wohl aus reinem Quarz mit außerordentlich dichter und feiner Imprägnation von goldhaltigen Kiesen, Tellurgold und Freigold. Das über dem Grundwasserspiegel liegende oxydische Erz enthält das Gold als Freigold. Bei der Verwitterung aus dem Schwefelkies entstehendes Eisensulfat in wässriger Lösung nimmt Gold auf und setzt dieses am Grundwasserspiegel infolge Reduction wieder ab in der sogen. Cementationszone. Diese anderwärts auftretende Zone fehlt im Kalgoorlie-Bezirk, wahrscheinlich wegen des Auftretens von Tellurverbindungen.

Gediegen Gold tritt vorzugsweise in der Oxydationszone auf, in der primären Zone in Blechen, Drähten oder kleinen Klumpen, häufig in innigster Gemeinschaft mit Tellurgold (dies Vorkommen wird in Westaustralien als Rough Gold bezeichnet). In der secundären Zone zeigen sich besondere Ausbildungsformen: 1. Mustard-Gold: matt, gelbbraun, erdig, als feine Haut die Kluftflächen der Gesteine überziehend, kleinere Klümpchen. »Es scheint amorph zu sein«. 2. Sponge-Gold: lose, schwammige Masse in Hohlräumen, aus glänzenden kleinen Kryställchen bestehend. 3. Flake-Gold: außerordentlich dünne Überzüge gediegenen Metalls auf Klüften. Diese Formen sind den Kalgoorlie-Gängen eigentümlich. Verf. führt sie auf ein besonderes Lösungsmittel, das in innigster Beziehung zum Tellur (und Selen) stehen soll, zurück.

Die Tellurverbindungen. Es treten auf: Calaverit, Krennerit, Sylvanit [oft als Goldschmidtit bezeichnet, vgl. aber diese Zeitschr. 34, 542], Petzit, Coloradoit, Coolgardit, Hessit, Altaït (die beiden letzten sehr selten). Die wesentlichsten Eigenschaften dieser Erze sind in dieser Zeitschr. 41, 413—416 nach den Angaben von Spencer aufgeführt worden, so daß von einer Wiedergabe der ansführlichen tabellarischen Zusammenstellung des Verf. abgesehen werden kann.

Verhältnis von Gold und Silber. Am häufigsten ist der silberarme Calaverit, dann folgt aber gleich der silberreiche Petzit. Aus den allgemeinen Angaben über das gewonnene Silber ergibt sich, daß das Gold des bedeutendsten Gangcomplexes des Kalgoorlie-Bezirktes durchschnittlich  $\frac{2}{3}$  Feingold und  $\frac{1}{3}$  Silber enthält, daß davon auf das natürliche Freigold ca.  $\frac{1}{3}$  *Au* und  $\frac{1}{3}$  *Ag* und auf das vererzte Gold ca.  $\frac{3}{4}$  *Au* und  $\frac{1}{4}$  *Ag* kommen.

II. Die Zinnerzlagernstätten von Greenbushes in Westaustralien liegen 170 englische Meilen südlich von Perth.

Primäre Vorkommen: Geringer Zinnsteingehalt in dem anscheinend unveränderten Granit. Gangvorkommen in Spalten in jüngeren Granitgängen, die krystallinen Gneis(granit) oder Amphibolit oder Schiefer durchsetzen, überall begleitet von einer Greisenzone. Auffallend ist das seltene Vorkommen von Wolframit und anderen Wolframverbindungen und das anscheinende Fehlen des Lithiums.

Secundäre Vorkommen in Seifen sowohl in eluvialen wie alluvialen Bildungen.

Zinnstein im Dixfelde in sehr gut ausgebildeten Krystallen. Muscovit auf den Gängen und in der Greisenzone in zum Teil recht gut ausgebildeten Krystallen. Turmalin, Quarz, Granat ohne besondere Eigenschaften. Wolframit selten, muß aber doch an einzelnen Stellen in großen Mengen auf-



getreten sein; dies beweisen zum Teil mehrere kg schwere Rollstücke. Von hier stammen auch seltenere Tantalio-Niobate (vgl. diese Zeitschr. 24, 205; 25, 287).

Ref.: E. Kaiser.

**42. L. Loewe (in Magdeburg): Über sekundäre Mineralbildung auf Kalisalzlagern (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1903, 11, 334—356).**

I. Gedränge Übersicht des normalen, typischen Profils der Kalisalzlager des norddeutschen Zechsteins.

Deckgebirge: Buntsandstein und Zechsteinletten.

Gyps und Anhydrit, Mächtigkeit verschieden.

Jüngeres Steinsalz, Mächtigkeit sehr stark schwankend; mehrfach fehlend.

Anhydrit, durchschnittlich 30—80 m mächtig, nur selten fehlend.

Salzthon, durchschnittlich 5—10 m mächtig, ganz vereinzelt fehlend.

Kalisalz- (Carnallit)-lager, Mächtigkeit sehr schwankend, im großen Durchschnitt 15—40 m; stets mit starker Kieserit- und Steinsalzbeimengung und bei Egelner-Staßfurt-Aschersleben als »Carnallitregion« in bunter Wechsellagerung von Steinsalz-, Kieserit- und Carnallitbänken entwickelt.

Älteres Steinsalz, gekennzeichnet durch starken Anhydritgehalt (»Jahresringe«); bei Egelner-Staßfurt-Aschersleben über dieser Anhydritregion noch eine etwa 60 m mächtige Polyhalitregion, aus wechselnden Steinsalz- und Polyhalitbänken, und eine ebenso mächtige »Kieseritregion«, aus Steinsalz- und Kieseritbänken zusammengesetzt. Gesamtmächtigkeit meist viele hundert Meter, schwankend zwischen etwa 150—1000 m.

Anhydrit und Gyps.

II. Aus den zahlreichen Angaben über die verschiedenen in den Salzlagern auftretenden Mineralien, deren Einzelheiten hier nicht wiedergegeben werden können, ergibt sich, daß nur für den kleineren Teil eine primäre Bildung, eine ursprüngliche Ausscheidung anzunehmen ist. Der größere Teil ist erst durch Umwandlung dieser primären Salze entstanden. Die meisten primären Salze kommen auch in sekundärer Ausbildung vor.

Es sind

ausschließlich	überwiegend	nur vereinzelt
	primär	
Anhydrit	Steinsalz	Sylvin
Gyps	Polyhalit	Kainit
Douglasit	Kieserit	Schönit
Boracit	Carnallit	Langbeinit
Hydroboracit		
Sulfoborit		

Die meisten der sekundären Mineralien finden sich nur in kleinen Mengen, zum Teil selten und sehr vereinzelt.

**Sekundäre Salzvorkommnisse.**

**1. In oder gemeinsam mit dem Carnallithorizont.**

a) Am Hangenden des Carnallits, geschichtet, bei steiler Schichtenstellung in die Tiefe niedersetzend:

Hauptsächlich Hartsalz, Langbeinit. Lagerstätten von Neustaßfurt, Bernburg, Aschersleben, Rhüden, Freden, Volpriehausen.

Älteste sekundäre Bildungen, vermutlich noch vor der Bildung des Salzthons durch Einwirkung von atmosphärischen Niederschlägen oder Süßwasserzuflüssen auf emporgehobene und freigelegte weite Flächen des primären Carnallitlagers entstanden.

b) An den Sattelköpfen aufgerichteter Carnallitlager: »Hutbildungen«, ohne Niedersetzen in die Teufe.

Überwiegend Kainit, ferner Schönit, Sylvinit (Gemenge von Steinsalz und Sylvin) und Hartsalz (Steinsalz + Sylvin + Kieserit), in kleinen Mengen Leonit, Astrakanit, Glauberit. Auf beiden Flügeln des Egelstafurter Sattels bis nach Aschersleben; Vienenburg, Hedwigsburg, Beienrode, am Huy und an der Asse, nach Bohrungen auch bei Lübtheen in Mecklenburg und vereinzelt in der Mansfelder Mulde.

Jüngste sekundäre Bildungen, entstanden erst nach beendetem Faltungsprozeß durch Eindringen von Wasser in den Carnallit der Satteltuppe.

## 2. Im jüngeren Steinsalzlager.

Einlagerungen unregelmäßiger Form und Ausdehnung.

Secundärer Carnallit und Sylvinit, vereinzelt Polyhalit und Krugit. Salzdetfurth, Neustadt, Helmstedt, Vienenburger Lager.

Vielleicht gehören hierhin auch die Carnallit- und Sylvinit-Einlagerungen innerhalb von mächtigen Steinsalzlagerstätten (Umgebung von Hannover bei Thiede).

Vermutlich entstanden bei der Bildung des jüngeren Steinsalzes durch Auflösen und Wiederauskrystallisieren.

## 3. Nachträgliche Spalten- und Hohlraumausfüllungen.

Steinsalz auf Spalten im Salzthon und Anhydrit.

Polyhalit auf Spalten im Anhydrit.

Tachhydrit und Bischofit in vielen Carnallitlagern.

Secundärer Carnallit im Salzthon im primären Carnallitlager, sowie auf Verwerfungsklüften.

Bildung in verschiedenen Zeiten durch Eindringen und Auskrystallisieren von Salzlösungen.

Ref.: E. Kaiser.

**43. W. Graichen (in ?): Die Newlands-Diamantminen, Südafrika** (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1903, 11, 448—452).

Die Newlands-Minen, 60 km nordwestlich von Kimberley am Hartsriver, zeigen ein deutlich gangförmiges Auftreten von Kimberlit sowie von Kimberlitstöcken, welche nicht bis zu Tage emporgestiegen sind.

Die Newlands-Minen zeichnen sich durch das Vorkommen von Concretionen im Kimberlit aus, welche zahlreiche Diamanten ( $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$  Karat und darunter) enthalten in reinem Glimmer, oder in Enstatit + Glimmer, oder in Granat + Chromdiopsid + Enstatit. Die Diamanten werden zum größeren oder geringeren Teile von Granat umschlossen. Sie zeigen fast immer vollkommen ausgebildet {111}.

Ref.: E. Kaiser.

**44. E. Sommerfeldt (in Tübingen): Kettenbruchähnliche Entwicklungen zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens bestimmter Flächencombinationen an Krystallen** (Centralbl. f. Min. usw. 1903, 537—554).

Eine allgemeine Transformation der Axenelemente führt die Vektoren (Krystallaxen)  $a, b, c$  über in

$$\begin{aligned} a' &= \lambda a + \mu b + \nu c \\ b' &= \lambda' a + \mu' b + \nu' c \\ c' &= \lambda'' a + \mu'' b + \nu'' c. \end{aligned}$$

Soll das zu den Vektoren  $a, b, c$  gehörige Gitter keine Änderung in der Zahl der Gitterpunkte erleiden, so ist

$$\begin{vmatrix} \lambda & \mu & \nu \\ \lambda' & \mu' & \nu' \\ \lambda'' & \mu'' & \nu'' \end{vmatrix} = 1.$$

Eine derartige Beziehung findet sich im Determinantensatze der doppelten Kettenbrüche, deren Theorie von Jacobi (Ges. Werke Bd. 6) und Fürstenau (Programm Wiesbaden 1864) entwickelt worden ist. Solche Kettenbrüche sind:

$$\frac{m}{p} = a_0 + \frac{1}{a_2 + \frac{1}{a_3 + \dots}} \quad \frac{n}{p} = b_0 + \frac{1}{b_2 + \frac{1}{b_3 + \dots}}$$

$$a_1 + \frac{1}{a_2 + \frac{1}{a_3 + \dots}} \quad b_1 + \frac{1}{b_2 + \frac{1}{b_3 + \dots}}$$

Die Näherungswerte sind:

$$\begin{aligned} \frac{m_0}{p_0} &= a_0 & \frac{n_0}{p_0} &= b_0 \\ \frac{m_1}{p_1} &= a_0 + \frac{b_1}{a_1} = \frac{a_0 a_1 + b_1}{a_1} & \frac{n_1}{p_1} &= b_0 + \frac{a_1 b_0 + 1}{a_1} \\ \frac{m_2}{p_2} &= a_0 + \frac{b_1 + \frac{1}{a_2}}{a_1 + \frac{b_2}{a_2}} = \frac{(a_0 a_1 + b_1) a_2 + a_0 b_2}{a_1 a_2 + b_2} & \frac{n_2}{p_2} &= b_0 + \frac{1}{a_1 + \frac{b_2}{a_2}} = \frac{(b_0 a_1 + 1) a_2 + b_0 b_2}{a_1 a_2 + b_2} \end{aligned}$$

und es gelten die Recursionsformeln:

$$\begin{aligned} m_{i+1} &= a_{i+1} m_i + b_{i+1} m_{i-1} + m_{i-2} \\ n_{i+1} &= a_{i+1} n_i + b_{i+1} n_{i-1} + n_{i-2} \\ p_{i+1} &= a_{i+1} p_i + b_{i+1} p_{i-1} + p_{i-2}. \end{aligned}$$

Mittels dieser Gleichungen läßt sich leicht beweisen, daß

$$\begin{vmatrix} m_i & m_{i-1} & m_{i-2} \\ n_i & n_{i-1} & n_{i-2} \\ p_i & p_{i-1} & p_{i-2} \end{vmatrix} = 1.$$

Wie die Coëfficienten (Teilnenner)  $a_i$  und  $b_i$  gefunden werden, zeigt Verf. an dem Beispiele:

$$\frac{m}{p} = \frac{121}{64} = 1 + \frac{60:41}{64:44}, \quad \frac{64}{44} = 5 + \frac{6:5}{44:5}, \quad \frac{44}{5} = 2 + \frac{4}{5};$$

$$\frac{n}{p} = \frac{72}{64} = 1 + \frac{1}{64:44}, \quad \frac{60}{44} = 5 + \frac{4}{44:5}, \quad \frac{6}{5} = 1 + \frac{1}{5}.$$

Für diesen Algorithmus möchte Referent das folgende Schema in Vorschlag bringen:

$\alpha$	$m$	$p$	$n$	$b$
1	121	64	72	1
5	64	44	60	5
2	44	5	6	4
5	5	4	4	4

Der neue Divisor (44) ist der Rest mit der Zahl rechts; der Rest (60) mit der Zahl links (121) wird rechts gesetzt, links der alte Divisor (64).

Stellt das Zahlentripel  $m, n, p$  ( $m > n > p$ ) die Coordinaten der Endpunkte eines Vectors (Zone) dar, so faßt Verf. die Größen  $m_i, n_i, p_i$  als die Indices eines Näherungsvectors auf. Die Näherungswerte eines zweifachen Kettenbruches ergeben sich durch die Anwendung der Recursionsformeln als vectorielle Summen:

$$\begin{aligned} [1.1.1] &= 1[1.0.0] + 1[0.1.0] + [0.0.1] \\ [10.6.5] &= 5[1.1.1] + 5[1.0.0] + [0.1.0] \\ [22.13.4] &= 2[10.6.5] + 1[1.1.1] + [1.0.0] \\ [121.72.64] &= 5[22.13.4] + 1[10.6.5] + [1.1.1]. \end{aligned}$$

Aus dem Determinantensatz folgt, daß das durch beliebige drei auf einander folgende Näherungsvectoren bestimmte Parallelepiped = 1 ist. Die zweifachen Kettenbrüche gestatten also, die Transformation der Axenelemente in das durch den Endvector, den letzten und den vorletzten Näherungsvector bestimmte Streckentripel durch eine Anzahl besonders einfacher Schritte auszuführen. Diese Schritte werden auf die Regel des doppelten Zonenverbandes zurückgeführt, die im angegebenen Beispiele 24mal angewendet werden muß; 24 ist die Summe der Coëfficienten  $a$  und  $b$  (s. das Schema).

Des weiteren wird ausgeführt, daß sich die angestellten Überlegungen vom Kantencomplex eines Krystalles dualistisch auf den Flächencomplex übertragen lassen. Um für die Innigkeit des Zusammenhanges einer Fläche mit den Fundamentalfächen präcise Formulierungen zu gewinnen, ist vorgeschlagen worden, weniger complicierte Flächen einzuschalten. Bisher herrschte aber in der Art dieser Einschaltung eine Willkür. So lange nicht bewiesen ist, daß der Übergang von der Ausgangs- zu der Endfläche auf dem kürzesten Wege ausgeführt wird, ist die Beurteilung der Complication illusorisch.

Durch das Kettenbruchverfahren, das im engsten Zusammenhange mit dem Grundgesetze der Krystallographie steht, ist jener kürzeste Übergang durch eine Reihe von Näherungsformen zu einer beliebig complicierten Form gefunden.

Die Anwendbarkeit der Kettenbruchmethode auf die Transformation eines ebenen Gitters ist von F. Klein dargelegt worden (Vorlesungen über Zahlentheorie. Göttingen 1896/97).

Der Verf. hat die für den Fall eines räumlichen Gitters notwendig werden- den Verallgemeinerungen vorgenommen.

Ref.: F. Haag.

45. F. M. Jaeger (in Leiden): **Krystallographische Untersuchungen an einer Reihe organischer Verbindungen** (N. Jahrb. f. Min., Geol. usw. 1903, 1, 1—28).

1.3.4.5-Tribromtoluol und 1.2.4.5-Tribromtoluol.

Die krystallographische Beschreibung der beiden Körper findet sich bereits diese Zeitschr. 38, 572 und 574.

2.4.6-Trichlor-3-Nitrobenzoësäure  $C_6HCl_3.NO_2.COOH$ .

Schmelzp.  $169,5^{\circ}C$ .

Dieser Körper, sowie seine folgenden Derivate wurden von P. J. Montagne dargestellt. Krystalle aus Alkohol.

Monoklin.  $a:b = 1,8710:1$ ;  $\beta = 104^{\circ}52'$ .

Beobachtete Formen:  $m\{110\}$ ,  $c\{001\}$ ; schmal  $a\{100\}$ . Die Krystalle sind nur schlecht ausgebildet, insbesondere sind die Prismenflächen vertical gestreift.

	Berechnet:	Beobachtet:
$a:c = (100):(001) =$	—	$*75^{\circ} 8'$
$a:m = (100):(110) =$	—	$*61 \ 3\frac{1}{2}$
$c:m = (001):(110) =$	$82^{\circ}52'$	$82 \ 54\frac{1}{2}$

Die optische Untersuchung gestatteten die schlechten Krystalle nicht.

2.4.6-Trichlor-3-Nitrobenzoësäure + 1 Mol. Chloroform.

Monoklin prismatisch.

$a:b:c = 0,6540:1:0,3333$ ;  $\beta = 103^{\circ}54\frac{1}{2}'$ .

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $\omega\{111\}$ ,  $\sigma\{201\}$ . Die Flächen in der Prismenzone erscheinen öfters ungleichmäßig ausgebildet. Die Krystalle verwittern schon bei gewöhnlicher Temperatur ziemlich schnell.

	Berechnet:	Beobachtet:
$a:c = (100):(001) =$	—	$*76^{\circ} 51\frac{1}{2}'$
$a:\sigma = (100):(201) =$	$54^{\circ}45' 10''$	$51 \ 42$
$m:m = (110):(110) =$	—	$*64 \ 49$
$c:\omega = (001):(111) =$	—	$*33 \ 58$
$c:m = (001):(110) =$	$78 \ 17\frac{1}{2}$	$78 \ 34$ (Mittel).

Deutliche Spaltbarkeit war nicht zu constatieren.

2.4.6-Trichlor-3-Nitrobenzoësäureamid  $C_6HCl_3.NO_2.CONH_2$ .

Schmelzpunkt  $228,5^{\circ}C$ .

Krystalle aus einem Gemisch von Äther, Benzol und Petroläther.

Monoklin prismatisch.

$a:b:c = 1,5933:1:1,0023$ ;  $\beta = 114^{\circ}57' 50''$ .

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $\omega\{111\}$ . Schöne durchsichtige Krystalle, tafelig nach  $a$ .

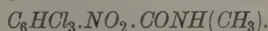
	Berechnet:	Beobachtet:
$a:c = (100):(001) =$	—	$*65^{\circ} 2' 10''$
$a:\omega = (100):(111) =$	—	$*80 \ 50 \ 18$
$c:\omega = (001):(111) =$	—	$*55 \ 36 \ 7$
$c:q = (001):(011) =$	$42^{\circ}45' 37''$	$42 \ 11 \ 28$
$a:q = (100):(011) =$	$71 \ 48$	$71 \ 38$



Spaltbarkeit sehr vollkommen nach  $\{100\}$  und  $\{11\bar{1}\}$ , unvollkommen nach  $\{001\}$ .

Farblos bis gelblichweiß. Ebene der optischen Axen  $\perp \{010\}$ ; die Axen sind ungefähr in der Mitte der Kanten  $(100):(11\bar{1})$  bzw.  $(1\bar{1}\bar{1})$  zu sehen. Dispersion der Axen sehr stark;  $\varrho < \nu$ ; die Dispersion der Axenebenen war nicht deutlich zu erkennen.

#### 2.4.6-Trichlor-3-Nitrobenzoësäure-Monomethylamid



Schmelzpunkt  $217\frac{1}{4}^{\circ}C$ . Krystalle aus Aceton + Benzol.

Monoklin prismatisch.

$$a:b:c = 4,4295:1:0,7112; \beta = 105^{\circ}44'.$$

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $\varrho\{10\bar{1}\}$ ,  $\xi\{32\bar{1}\}$ ,  $\eta\{12\bar{1}\}$ . Die Krystalle sind in der Richtung der  $b$ -Axe verlängert;  $a$  und  $m$  sind vorherrschend;  $\eta$  findet sich nur untergeordnet und fehlt bisweilen.

	Berechnet:	Beobachtet:
$a:c = (100):(001) =$	—	$*74^{\circ}45'46''$
$a:\varrho = (100):(10\bar{1})$	—	$*69\ 34\ 28$
$a:\eta = (100):(12\bar{1})$	$77^{\circ}54'$	—
$a:\xi = (100):(32\bar{1})$	$45\ 58$	$45\ 46$
$m:m = (110):(1\bar{1}0)$	—	$*94\ 47$
$c:m = (001):(110)$	$79\ 25$	$79\ 36$
$c:\xi = (001):(\bar{3}21)$	$77\ 55$	$77\ 45$
$c:\eta = (001):(\bar{1}21)$	$64\ 4$	$64\ 4$
$m:\xi = (100):(32\bar{1})$	$22\ 40$	$22\ 34$
$\varrho:\eta = (10\bar{1}):(12\bar{1})$	$53\ 6$	$52\ 53$

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach  $\{001\}$ , unvollkommen nach  $\{010\}$ .

Farblos bis hellgelb. Ebene der optischen Axen  $\perp \{010\}$ ; die zweite Mittellinie (positiv) ist senkrecht zu  $\{100\}$ ; Schiefe der Auslöschung auf  $\{110\}$  ca.  $5^{\circ}$  ( $Na$ -Licht); der scheinbare stumpfe Axenwinkel in Olivenöl ist  $112^{\circ}44'$  für  $Na$ -Licht und  $114^{\circ}9'$  für  $Tl$ -Licht. Der spitze Axenwinkel wurde im Drehapparate in Olivenöl zu  $64^{\circ}$  ca. bestimmt, wobei die optischen Axen durch die Prismenflächen austraten.

Ätzhügel auf  $\{001\}$ , mit 50% Alkohol erhalten, sind lange Trapeze, auf  $\{110\}$  Dreiecke mit gerundeten Ecken, deren eine Seite parallel der Prismenkante geht. Auf  $\{100\}$  zeigten die Ätzhügel die Gestalt von Rechtecken mit an einer Seite aufgesetztem Dreieck oder von herzförmigen Figuren.

#### 2.4.6-Trichlor-3-Nitrobenzoësäure-Monomethylnitramid



Krystalle aus einem Gemisch von Benzol mit Petroläther.

Monoklin prismatisch.

$$a:b:c = 0,3010:1:0,3937; \beta = 94^{\circ}34'.$$

Beobachtete Formen:  $m\{110\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $a\{100\}$ ,  $\varrho\{10\bar{1}\}$ . Dicktafelig nach  $b$ ;  $a$  ist nur schmal und fehlt, wie  $\varrho$ , öfters.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0)$	$=$ —	$*33^{\circ}24'3''$
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	$=$ —	$*42\ 51\ 20$
$m : q = (110) : (011)$	$=$ —	$*88\ 0\ 31$
$q : a = (101) : (100)$	$62^{\circ}28'$	$62\ 30$

Eine deutliche Spaltbarkeit war nicht zu beobachten.

Ebene der optischen Axen  $\perp \{010\}$ ; erste Mittellinie in der Symmetrieebene einen Winkel von ca.  $69^{\circ}$  (*Na*-Licht) mit der *c*-Axe im spitzen Winkel  $\beta$  bildend; scheinbarer Axenwinkel, durch die Krystallflächen von  $\{110\}$  gemessen, ca.  $42^{\circ}$ . Dispersion der Axen sehr stark;  $q > v$ . Doppelbrechung —.

Die Ätzfiguren auf  $\{110\}$  zeigen die Form dreieckiger Fahnen, mit der Längsseite parallel der Verticalaxe.

#### 2.4.6-Trichlor-3-Nitrobenzoesäuredimethylamid $C_6HCl_3.NO_2.CON(CH_3)_2$ .

Schmelzp.  $111,5^{\circ}$  C. Krystalle aus absolutem Alkohol.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,1164 : 1 : 1,1171; \beta = 129^{\circ}55'.$$

Beobachtete Formen:  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $q\{10\bar{1}\}$ . Dünne Tafeln nach der Basis.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0)$	$=$ —	$*81^{\circ}9'$
$c : m = (001) : (110)$	$=$ —	$*60\ 50\ 9''$
$c : q = (001) : (\bar{1}01)$	$=$ —	$*64\ 59\ 48$
$m : q = (110) : (10\bar{1})$	$71^{\circ}13'$	—

Eine deutliche Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet.

Ebene der optischen Axen  $\perp \{010\}$ . Auf der Basis sind beide Axen sichtbar, bei schwacher horizontaler Dispersion.  $2E = 40^{\circ}$  ca. (in Olivenöl). Doppelbrechung —;  $q < v$ .

#### p-Chlorbenzoesäuremethylester $C_6H_4Cl.COOCH_3$ (Methyl-para-Chlor-Benzoat).

Schmelzp.  $44^{\circ}$  C. Krystalle aus Methylalkohol, Äther oder Äthylalkohol.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,8626 : 1 : 3,4260; \beta = 115^{\circ}42'.$$

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $n\{210\}$ ,  $\sigma\{10\bar{2}\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $o\{111\}$ ,  $\omega\{11\bar{1}\}$ ,  $\xi\{11\bar{3}\}$ . Aus Methylalkohol entsteht bei niedriger Temperatur die Combination  $a$ ,  $c$ ,  $\omega$ ,  $n$ ,  $\sigma$  bei ziemlich gleichmäßiger Ausbildung der Formen; die bei höherer Temperatur entstehenden Krystalle sind stärker nach der *b*-Axe verlängert und zeigen verschiedene Combinationen, und zwar entweder  $c$ ,  $a$ ,  $\sigma$ ,  $\omega$  oder  $c$ ,  $a$ ,  $\sigma$ ,  $\omega$ ,  $n$  oder  $c$ ,  $a$ ,  $o$ ,  $\omega$ ,  $\sigma$ . Die Krystalle aus Äthylalkohol bei tieferer Temperatur und aus Äther sind tafelig nach  $c$  bei gleichmäßiger Entwicklung von  $\omega$  und  $n$ . Gewöhnlich erhält man aus Äthylalkohol die Combination sämtlicher Formen.

	Berechnet:	Beobachtet:
$a : c = (100) : (001)$	$=$ —	$*64^{\circ}17'54''$
$a : \omega = (100) : (11\bar{1})$	$=$ —	$*66\ 23\ 22$
$a : \sigma = (100) : (10\bar{2})$	$61^{\circ}40'$	$61\ 36$

	Berechnet:	Beobachtet:
$\alpha : n = (100) : (210) = 40^{\circ} 30'$		$40^{\circ} 23'$
$c : \omega = (001) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	—	$*93 \ 18 \ 46''$
$c : n = (001) : (210)$	70 36	70 28
$c : o = (001) : (111)$	62 50	62 53
$c : \xi = (001) : (\bar{1}13)$	57 54	57 48
$\omega : \omega = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	56 49	—
$o : o = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	38 23	—
$n : \omega = (210) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	57 44	57 32
$n : \omega = (2\bar{1}0) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	29 47	29 20
$q : o = (011) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	35 45	34 58
$q : \omega = (011) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	23 37	23 52

Eine deutliche Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet.

Ebene der optischen Axen  $\perp \{010\}$ ; erste Mittellinie in der Symmetrieebene, einen Winkel von  $72^{\circ} 32'$  mit der  $c$ -Axe im spitzen Winkel  $\beta$  bildend. Dispersion der Axen stark;  $\rho > v$ . Horizontale Dispersion nicht deutlich zu erkennen.

p-Brombenzoësäuremethylester  $C_6H_4Br.COOCH_3$   
(Methyl-para-Brombenzoat).

Schmelzp.  $79,5^{\circ}$  C. Krystalle aus Äther und Methylalkohol.

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 1,3967 : 1 : 0,4204.$$

Beobachtete Formen:  $a\{400\}$ ,  $b\{040\}$ ,  $n\{210\}$ ,  $t\{021\}$ ,  $o\{111\}$ ,  $x\{121\}$ . Große, lebhaft glänzende Krystalle, insbesondere aus Äther. Die Krystalle aus Methylalkohol sind stark nach  $a$  abgeplattet und zeigen weiter nur  $n$ ,  $x$  und  $t$ .  $a$  und  $n$  sind oft vertical gestreift. Vicinalflächen in der Prismenzone, so eine Form  $l\{13.2.0\}$ , treten öfter auf.

	Berechnet:	Beobachtet:
$a : n = (100) : (210) = 34^{\circ} 56'$		$34^{\circ} 57'$
$a : l = (100) : (13.2.0)$	42 8	41 49
$t : t = (021) : (0\bar{2}1)$	80 48	80 18
$b : x = (040) : (121)$	—	$*50 \ 10 \ 43''$
$a : o = (100) : (111)$	74 30	74 30
$t : x = (021) : (121)$	—	$*42 \ 58 \ 4$
$o : o = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	43 50	43 48
$x : n = (121) : (210)$	54 27	54 23

Eine deutliche Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet.

Ebene der optischen Axen ist  $\{001\}$ ; die erste Mittellinie ist  $\perp \{010\}$ ; die optischen Axen sind durch  $\{210\}$  zu sehen.

$$\left. \begin{array}{l} 2H_a = 78^{\circ} 20' \text{ (Na-Licht)} \\ 2H_a = 79 \quad \quad \text{ (Li-Licht)} \end{array} \right\} \text{ in Cassiaöl.}$$

Die beiden zuletzt beschriebenen Körper stehen zu einander im Verhältnis der Isodimorphie. Eine alkoholische Lösung von ungefähr gleichen Mengen der beiden Substanzen ergab Mischkrystalle vom Typus der Chlorverbindung mit dem Schmelzpunkte  $50,5^{\circ}$ — $51^{\circ}$  und solche vom Typus der Bromverbindung mit Schmelzpunkten von  $69^{\circ}$ — $71^{\circ}$ . Nach einer brieflichen Mitteilung an Herrn Prof. P. v. Groth bestätigte Verf. die Annahme der Isodimorphie durch Ermittlung

der Schmelzcurve, welche unstetig wird, wenn die Schmelze 20—25<sup>0</sup>/<sub>10</sub> des Bromderivates enthält.

p-Methoxyzimmtsäureäthylester  $C_6H_4(OCH_3)CH:CH.COOC_2H_5$ .  
Schmelzp. 52<sup>0</sup> C. Dargestellt von P. van Romburgh. Krystalle aus Alkohol.  
Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,3749 : 1 : 0,8877; \beta = 93^{\circ} 34'.$$

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $n\{120\}$ ,  $q\{10\bar{1}\}$ ,  $x\{665\}$ .  
Prismatisch nach der Verticalaxe;  $x$  wurde nur einmal beobachtet. Gute Reflexe in der Prismenzone, weniger gut auf  $c$ ,  $q$  und  $x$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$a : m = (100) : (110) =$	—	*53 <sup>0</sup> 55'
$m : n = (110) : (120)$	46 <sup>0</sup> 6	46 0
$a : c = (100) : (001)$	—	*86 26
$c : q = (001) : (10\bar{1})$	—	*33 52
$c : m = (001) : (110)$	87 54	87 38 (Mittel)
$c : x = (001) : (665)$	54 27	50 55

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach  $\{110\}$ .

Ebene der optischen Axen  $\{010\}$ ; die Neigung der Auslöschung auf  $(010)$  zur Verticalaxe im stumpfen Winkel  $\beta$  beträgt 49<sup>0</sup> 40'.  $\beta = 1,545$ .

Ref.: B. Goßner.

46. J. Behr (in Jena): Beiträge zu den Beziehungen zwischen entropischen und isomorphen Substanzen (N. Jahrb. f. Min. usw. 1903, 1, 135—159).

Die Arbeit enthält die kristallographische Untersuchung von  $Sr$ -,  $Ba$ - und  $Pb$ -Bromat. Die spezifischen Gewichte wurden, soweit möglich, nach der Schwebemethode ermittelt mit Methylenjodid + Benzol als Schwebeflüssigkeit. Bei den spezifisch schwereren Körpern wurde die Schwebung durch Zuhilfenahme eines Glasröhrchens ermöglicht.

Bromsaures Strontium  $(BrO_3)_2Sr.H_2O$ . Spec. Gew. 3,778.

Monoklin.  $a : b : c = 1,4642 : 1 : 1,2356; \beta = 92^{\circ} 38'$ .

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $r\{101\}$ ,  $q\{011\}$ .

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (1\bar{1}0) =$	—	*98 <sup>0</sup> 36'
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	—	*104 58
$a : c = (100) : (001)$	87 <sup>0</sup> 22'	87 56
$a : r = (100) : (101)$	44 59	42 40
$a : q = (100) : (011)$	88 24	88 47
$m : q = (110) : (011)$	—	*55 47
$m : q = (110) : (011)$	52 37	52 57
$m : r = (110) : (101)$	60 59	60 43

Bromsaures Baryum  $(BrO_3)_2Ba.H_2O$ . Spec. Gew. 4,253.

Monoklin.  $a : b : c = 1,4494 : 1 : 1,2239; \beta = 86^{\circ} 52'. 1)$

1) Der Verf. gibt an:  $a : b : c = 1,4382 : 1 : 1,3747$ , welche Zahlen jedenfalls durch Rechenfehler entstell sind.  
Der Ref.

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $r\{101\}$ . Krystalle in der Richtung der Verticalaxe verlängert.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	—	*97° 52'
$a : c = (100) : (100) =$	—	*93 8
$c : r = (001) : (101) =$	—	*48 28
$m : c = (\bar{1}10) : (001) =$	87° 56'	87 1
$m : r = (110) : (101) =$	61 57	61 42

Bromsaures Blei  $(BrO_3)_2Pb.H_2O$ . Spec. Gew. 5,533.

Monoklin.  $a : b : c = 1,1619 : 1 : 1,2145$ ;  $\beta = 92^\circ 18'$ .

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $c\{001\}$ <sup>1)</sup>,  $m\{110\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $r\{101\}$ ; durchsichtige, diamantglänzende Krystalle.

	Berechnet:	Beobachtet:
$a : m = (100) : (110) =$	—	*49° 45'
$q : q = (011) : (0\bar{1}1) =$	—	*101 0
$a : r = (100) : (101) =$	42° 38'	42 41
$q : m = (011) : (110) =$	—	*53 3
$q : m = (011) : (\bar{1}10) =$	55 25	55 21
$q : r = (011) : (101) =$	63 16	63 20

Für weitere Substanzen wurden folgende spezifische Gewichte ermittelt:

Strontiumnitrat $(NO_3)_2Sr$	2,996	Calciumdithionat $S_2O_6Ca.4H_2O$	2,174
Baryumnitrat $(NO_3)_2Ba$	3,244	Strontiumdithionat $S_2O_6Sr.4H_2O$	2,374
Bleinitrat $(NO_3)_2Pb$	4,545	Bleidithionat $S_2O_6Pb.4H_2O$	3,238

Für die folgenden Salze ergab die Ermittlung der Brechungsindices nach der Methode der minimalen Ablenkung:

	Li	Na	Tl
Strontiumnitrat	1,5834	1,5878	1,5923
Baryumnitrat	1,5655	1,5699	1,5735
Bleinitrat	1,7733	1,7843	1,7933
Calciumdithionat	$\omega$ 1,5468	1,5494	1,5517
	$\epsilon$ 1,5362	1,5390	1,5424
Strontiumdithionat	$\omega$ 1,5238	1,5271	1,5284
	$\epsilon$ 1,5207	1,5222	1,5254
Bleidithionat	$\omega$ 1,6288	1,6322	1,6387
	$\epsilon$ 1,6460	1,6515	1,6572

Ref.: B. Goßner.

47. J. H. van't Hoff und G. Just (in Berlin): Der hydraulische oder sogenannte Estrichgyps (Sitz.-Ber. d. k. preuß. Akademie der Wissenschaften, Berlin, 1903, 249—258).

Estrichgyps ist wasserfreies, normales  $Ca$ -Sulfat, unterscheidet sich aber von dem wasserfreien totgebrannten Gyps dadurch, daß er noch die Fähigkeit zum Binden besitzt, allerdings in geringerem Grade als der Stuckgyps  $(CaSO_4)_2.H_2O$ . Mikroskopisch besteht der Estrichgyps aus Nadeln, welche Pseudomorphosen nach  $(CaSO_4)_2.H_2O$  darstellen. Die Abhärtung des Estrichgypses findet unter Volumen-

<sup>1)</sup> Gemäß der beigegebenen Figur; in der Zusammenstellung der Formen gibt der Verf. statt dessen  $b\{040\}$  an.



contraction statt. Die Fähigkeit zum Abbinden verringert sich mit steigender Brenntemperatur, wie dilatometrisch und durch Gewichtsvermehrung in einer feuchten Atmosphäre für verschieden hoch erhitzte Gypse ermittelt wurde. Wahrscheinlich findet hiernach Totbrennen erst nach der Estrichgypsbildung statt. Beim Abhärten des Stuckgypses findet zuerst Contraction und dann wieder Ausdehnung statt, was dadurch zu erklären ist, daß  $(CaSO_4)_2 \cdot H_2O$  viel leichter löslich ist als  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  und daß letzteres sich schließlich ausscheidet unter bedeutender Ausdehnung (Erklärung für das öfter beobachtete Ausschwitzen bei Darstellung von Stuckgypsabgüssen); das Gesamtergebnis ist jedoch Contraction. Die Beibehaltung der Krystallform des Halbhydrates ist beim Abhärten von Einfluß, d. h. ein amorpher Gyps verhindert die Fähigkeit zum Abbinden beim Brennen leichter als ein krystallinisches Halbhydrat. Ref.: K. Goßner.

**48. J. H. van't Hoff** (in Berlin): **Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen** (Sitz.-Ber. d. k. preuß. Akad. d. Wiss., Berlin 1903).

XXX. J. H. van't Hoff und H. Barschall: Die isomorphen Mischungen, Arkanit, Aphtalose und Natronkalisimonyit (359—371).

Die Resultate der vorliegenden Abhandlung würden, wenn sie richtig sind, unsere bisherigen Anschauungen über die isomorphen Beziehungen zwischen Kalium- und Natriumsalzen wesentlich ändern. Diese Anschauungen gründen sich darauf, daß bisher auf künstlichem Wege isomorphe Mischungen von Kalium- und Natriumsalzen nicht beobachtet wurden und bestehen darin, daß wir Kalium- und Natriumsalze deswegen als nicht isomorph betrachten. Es seien darum zunächst die Resultate der Verf. nur mit Vorbehalt wiedergegeben.

1. Glaserit, Arkanit, Aphthalose. Die Beobachtung von Retgers, daß  $Na_2SO_4$  von gewöhnlichem  $K_2SO_4$  nicht wesentlich aufgenommen wird, bestätigen die Verf., obwohl nach ihren Analysenzahlen aus gemischten Lösungen sich  $K_2SO_4$ -Krystalle mit nur 96,7 %  $K_2SO_4$  abscheiden. Im Gegensatz zu Retgers soll jedoch der Glaserit kein constant zusammengesetztes Doppelsalz sein, sondern es schließe sich an ihn noch eine Reihe von isomorphen Mischungen mit  $Na_2SO_4$  und  $K_2SO_4$  in wechselnden Mengen an (78,6 %  $SO_4K_2$ , entsprechend der Formel  $(SO_4)_2K_3Na$  bis zu 62 %  $K_2SO_4$ ). Mit steigender Bildungstemperatur scheine der  $Na_2SO_4$ -Gehalt der Mischkrystalle zu steigen.

Lösungen mit wechselndem Gehalt an  $K_2SO_4$  und  $Na_2SO_4$  wurden bei verschiedenen Temperaturen zur Krystallisation gebracht. Bei 70° und dem Verhältnis  $Na_2SO_4 : K_2SO_4 = 2 : 1$  erhielten die Verf. bei der Analyse der Krystalle 70,3 %  $K_2SO_4$ , beim Verhältnis 3 : 1 noch 65,5 %; bei 60° sollen die Mischungen 62,1 %, bei 50° 71,3 % und 73,2 %  $K_2SO_4$  enthalten. Beim Anfeuchten mit Wasser oder besser mit einprocentiger Natriumsulfatlösung lieferte die Zusammensetzung  $(SO_4)_2K_3Na$  sofort  $K_2SO_4$ , die  $Na$ -reicheren Abscheidungen tun dies nicht oder erst später.

Die Verf. glauben ihre Resultate noch weiter bestätigen zu können durch die Untersuchung der Gleichgewichtsverhältnisse: Glaserit, isomorphe Mischung und Lösung und die Untersuchung der Krystallform der verschiedenen Abscheidungen. Die Krystallform (F. M. Jaeger) bei den verschiedenen Abscheidungen ist rhomboëdrisch, mit positiven und negativen Rhomboëdern  $\{10\bar{1}1\}$  und der Basis  $\{0001\}$ ; bisweilen wurde auch ein schmales Skalenoëder beobachtet. Häufig sind Zwillinge nach einer Prismenfläche, ähnlich wie beim Aragonit. Die Winkel schwanken an demselben Krystalle um  $4\frac{1}{2}^\circ$ . Es wurde gemessen

(nach den Verff. an Mischungen mit 62 % bis 73,2 %  $K_2SO_4$ )  $56^{\circ}13'—59^{\circ}3'$ ; für die Zusammensetzung  $(SO_4)_2K_3Na$  ist dieser Winkel  $56^{\circ}7'$ . Die Ätzfiguren sind auf der Basis gleichseitige, auf den Rhomboëderflächen gleichschenklige Dreiecke. Doppelbrechung schwach positiv.

Glaserit, Aphtalit (75 %  $K_2SO_4$ ) und Arkanit (62 %  $K_2SO_4$ ) sollen also Glieder einer und derselben isomorphen Reihe sein, deren Endstücke jedoch noch nicht bekannt seien.

2. Natronkalisimonyit. Bezüglich des Astrakanit und Leonit kommen die Verff. zu ganz analogen Resultaten. Astrakanit  $(SO_4)_2MgNa_2.4H_2O$  soll  $K$  isomorph aufnehmen können, jedoch nur bis zu einem geringen Betrage (Kalinatronsimonyit); größer soll wieder die  $Na$ -Menge sein, die Leonit  $(SO_4)_2MgK_2.4H_2O$  aufzunehmen vermag. Jedoch verbinde die beiden Salze keine kontinuierliche Reihe, so daß beide neben einander auftreten können.

Bemerkung des Ref. Auf die Untersuchung der Verff. hin, deren Resultate, wie erwähnt, unsere bisherige Kenntnis von den isomorphen Beziehungen zwischen  $K$ - und  $Na$ -Salzen wesentlich ändern würden, habe ich auf Veranlassung von Herrn Prof. P. v. Groth diese wichtige Frage geprüft (diese Zeitschr. 39, 154) und erhielt als Resultat, daß beim Molekularverhältnis  $Na_2SO_4:K_2SO_4 = 2:1$  in der Lösung sich immer die constante Zusammensetzung  $(SO_4)_2K_3Na$  abschied. Bei dem Verhältnis 3:1 wurden trübe Krystalle erhalten, die von der Untersuchung ausgeschlossen wurden, da sie nicht sichere Beweiskraft zu haben schienen. Solche trübe Krystalle sind wohl auch die  $Na$ -reicheren Mischungen der Verff. Eine Probe mit größerem  $Na_2SO_4$ -Gehalt, die Herr Prof. van't Hoff gütigst übersandte, bestand wenigstens aus undurchsichtigen Krystallen, die auch mikroskopisch ihre Inhomogenität erkennen ließen. Im Dünnschliffe erschienen in der Grundmasse eines Krystalles zahlreiche kleine Partikel, die ohne Zweifel einer fremden Beimengung angehörten und wahrscheinlich  $Na_2SO_4$ , aus der  $Na_2SO_4$ -reichen Lösung stammend, sind. Außerdem habe ich die früheren Versuche nochmals aufgenommen und diesmal mit einer Lösung gearbeitet, die  $Na_2SO_4:K_2SO_4$  im Verhältnis 3:1 enthielt. Das Resultat ist wiederum dasselbe wie früher, d. h. ich muß abermals behaupten, daß Glaserit ein constant zusammengesetztes Doppelsalz von der Formel  $(SO_4)_2K_3Na$  ist und daß eine isomorphe Reihe nicht vorliegt. Die Krystalle hatten sich bei  $70^{\circ}—55^{\circ}$  aus der Lösung abgeschieden; sie waren schlecht ausgebildet und mattflächig, aber nur wenig innen milchig getrübt. Zwei Analysen ergaben 34,83 % und 34,73 %  $K$ , während sich für obige Zusammensetzung 35,24 % berechnet. Die geringe Abweichung kann auf Kosten der schwachen Trübung gesetzt werden, die jedenfalls von  $Na_2SO_4$ -Einschlüssen herrührt. Jedenfalls deutet die Abweichung nicht auf eine isomorphe Mischungsreihe hin und ist insbesondere noch geringer als die  $Na_2SO_4$ -Menge, welche nach den Zahlen der Verf. das gewöhnliche  $K_2SO_4$  als unwesentlich aufnehmen soll<sup>1)</sup>.

Die krystallographische Seite ist durch meine Untersuchungen wohl genügend aufgeklärt und es ist nur zu wiederholen, daß der Glaserit zu der Gruppe der polysymmetrischen Körper gehört, d. h. er kann, abhängig von der Temperatur, in zwei physikalisch identischen Formen: einer hexagonalen und einer zweiaxigen pseudohexagonalen, auftreten, die nur die verschieden starke Verzwillingung einer und derselben Structur darstellen. Jedenfalls entsprechen die »Aragonitdrillinge« Jaegers der zweiaxigen Form.

<sup>1)</sup> Die Herren van't Hoff und Barschall beabsichtigen auf diesen Gegenstand zurückzukommen.

Im Hinblick darauf dürfte sich wohl das Verhältnis zwischen Glaserit, Arkanit und Aphtalose erklären lassen. Die drei Mineralien sind mit größter Wahrscheinlichkeit identisch, wenn auch die Analysen (Scacchi, vom Rath), jedenfalls in Folge von Verunreinigungen der natürlichen Producte, abweichen. Ihre Krystallform ist dieselbe; sie unterscheiden sich nur dadurch, daß Arkanit (nach vom Rath rhombisch) und Aphtalose pseudohexagonal, Glaserit wirklich hexagonal krystallisiert, eine Verschiedenheit, die aber nach meinen früheren Beobachtungen am Glaserit, insbesondere am Chromglaserit, nicht mehr wesentlich ist.

Bezüglich des Astrakanit, bez. Leonit habe ich Versuche nicht angestellt; allein ich bin geneigt, auch hier anzunehmen, daß eine isomorphe Vertretung von *K* und *Na* ausgeschlossen ist, zumal da hier schon die Schwankungen der Analysen der Verf. bedeutend geringer sind. Der Ref.

XXXI. J. H. van't Hoff und G. Just: Die untere Temperaturgrenze der Bildung von Vanthoffit bei  $46^{\circ}$  ( $499-503$ ).

1. Darstellung und Zusammensetzung des Loewit. Eine Lösung von  $1000 H_2O$   $10\frac{1}{2} Na_2Cl_2$   $42 MgCl_2$   $19 MgSO_4$  wurde mit einer zweiten Lösung, welche *Mg*- und *Na*-Sulfat in äquimolekularen Mengen enthielt, vereinigt; durch Einengen bei  $55^{\circ}-60^{\circ}$  wurde das überschüssige Wasser entfernt. Zuerst schied sich Astrakanit ab. Nach dem Impfen mit Loewit nahm der Wassergehalt des sich im geschlossenen Gefäß abscheidenden Productes langsam ab, bis er bei  $14,8\%$  constant ist. Es schied sich jetzt Loewit aus, dessen Zusammensetzung also  $Mg_2Na_4(SO_4)_4 \cdot 5H_2O$  ist (ber.  $14,64\% H_2O$ ).

2. Bildungstemperatur von Vanthoffit. Die unterste Temperaturgrenze der Bildung von Vanthoffit in den Salzlagern aus Astrakanit und  $Na_2SO_4$  wird bei Gegenwart der Lösung gefunden, welche bei gleichzeitiger Sättigung an Astrakanit und  $Na_2SO_4$  die kleinste Tension aufweist. Es ist das bei  $25^{\circ}$  die Lösung, welche gleichzeitig an Astrakanit,  $Na_2SO_4$ , Glaserit und *NaCl* gesättigt ist. Dilatometrisch und tensimetrisch ergab sich so für die unterste Bildungstemperatur  $46^{\circ}$ . Die eine Tensimeterkugel enthielt ein Gemenge von Astrakanit, Vanthoffit und  $Na_2SO_4$ , die andere Astrakanit,  $Na_2SO_4$ , Glaserit, *NaCl*, angefeuchtet mit der erwähnten gesättigten Lösung.

Bei der Anwesenheit von *ClNa* allein, ohne Glaserit, und der für Astrakanit, *NaCl* und  $Na_2SO_4$  gesättigten Lösung wurde tensimetrisch die Umwandlung von Astrakanit in Loewit bei  $58^{\circ}-59^{\circ}$  gefunden. Vanthoffit entsteht unter diesen Bedingungen nach einem dilatometrischen Versuche bei  $48^{\circ}-49^{\circ}$ .

3. Das obere Existenzgebiet von Astrakanit bei  $59^{\circ}$ . Die oben ermittelte Temperatur von  $58^{\circ}-59^{\circ}$  entspricht der oberen Temperaturgrenze der Bildung von Astrakanit bei Anwesenheit von *NaCl*. Durch einen dilatometrischen Versuch unter Verwendung eines Gemenges von Astrakanit und *NaCl* als Füllmasse im Verhältnis der Reaktionsgleichung wurde diese Temperatur bestätigt.

XXXII. J. H. van't Hoff und W. Meyerhoffer: Die obere Existenzgrenze von Schönit, Magnesiumsulfathepta- und -hexahydrat, Astrakanit, Leonit und Kainit bei Anwesenheit von Steinsalz ( $678-684$ ).

Die Temperatur, welche bei der Salzlagerbildung geherrscht hat, läßt sich erschließen, wenn die untere und obere Bildungsgrenze der auftretenden Mineralien bekannt ist. Für die meisten Mineralien ist die untere Grenze durch die

Untersuchungen bei  $25^{\circ}$  und die Resultate der letzten Abhandlung ermittelt. Die obere Temperaturgrenze bei Anwesenheit von  $\text{NaCl}$  soll im folgenden gefunden werden.

Die Ermittlung geschah nicht dilatometrisch, indem das betreffende Salz bei Anwesenheit von  $\text{NaCl}$  der allmählichen Erwärmung ausgesetzt wurde, sondern tensimetrisch, d. h. es wird die Tension der Lösung, die an  $\text{NaCl}$  und dem zu untersuchenden Salze gesättigt ist, verglichen mit der Tension eines Gemenges der beiden fraglichen Hydrate. Die Temperatur, bei der Gleichheit der Tension auf beiden Seiten herrscht, ist die gesuchte. Die eine Tensimeterkugel enthält also das genannte Salz im Gemenge mit dem entstehenden, die andere das betreffende Salz und  $\text{NaCl}$  angefeuchtet mit der gesättigten Lösung. Die Anfeuchtung geschah mit der schon bei  $25^{\circ}$  gesättigten Lösung, und zwar ist für jedes Salz von den verschiedenen Lösungen diejenige mit der kleinsten Tension zu wählen, da diese die gewünschte höchste Temperatur liefert.

Die obere Grenze der Reichhardtitbildung liegt hiernach bei  $31^{\circ}$ . Die eine Tensimeterkugel enthielt  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , die andere  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{NaCl}$ , angefeuchtet mit der an  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$  und Astrakanit gesättigten Lösung.

Die obere Grenze der Magnesiumsulfathexahydratbildung wurde in ähnlicher Weise bei  $35,5^{\circ}$  ermittelt.

Die obere Grenze der Schönitbildung liegt bei  $26^{\circ}$ , die der Leonitbildung bei  $51,5^{\circ}$ .

Die obere Existenzgrenze des Kainit bei  $83^{\circ}$ , die höchste beobachtete Temperatur überhaupt, wurde dilatometrisch ermittelt.

Am Schlusse sind die oberen Existenzgrenzen für die verschiedenen Salzminerale zusammengestellt.

XXXIII. J. H. van 't Hoff und E. Farup: Das Auftreten der Kalksalze Anhydrit, Glauberit, Syngenit und Polyhalit bei  $25^{\circ}$  (1000—1040).

Die Abhandlung enthält die Bedingungen, d. h. die Zusammensetzung der Lösungen, welche für das Auftreten und Zusammentreffen einzelner der genannten Kalksalze bei  $25^{\circ}$  maßgebend sind. Es ist zum Teil eine Zusammenstellung früherer Beobachtungen. Verschiedene Lösungen, welche mit wenigstens zwei gleichzeitig anwesenden Kalksalzen im Gleichgewichte sind, wurden neu ermittelt, indem die theoretisch wahrscheinliche Lösung mit den gewünschten Salzen bis zur Konstanz der Zusammensetzung der Lösung bei  $25^{\circ}$  gerührt wurde.

Die Resultate sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Bodenkörper:	Lösung: Auf 1000 Teile $\text{H}_2\text{O}$ in Mol.					
	$\text{Na}_2\text{Cl}_2$	$\text{K}_2\text{Cl}_2$	$\text{MgCl}_2$	$\text{MgSO}_4$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{CaSO}_4$
1) $\text{NaCl}$ , Glauberit, Anhydrit, Syngenit	50	6	—	—	4	0,4
2) $\text{NaCl}$ , Glauberit, Anhydrit, Syngenit, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	13,5	5	36	20	—	0,8
3) $\text{NaCl}$ , Glauberit, Anhydrit	54	—	—	—	3	0,25
4) $\text{NaCl}$ , Glauberit, Anhydrit, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	14,5	—	37	20	—	—
5) $\text{NaCl}$ , Glauberit, Syngenit, $\text{Na}_2\text{SO}_4$	47	5,5	—	—	14	0
6) $\text{NaCl}$ , Glauberit, Syngenit, Astrakanit, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	14,5	5,5	32,5	23	—	—



Bodenkörper:	Lösung: Auf 1000 Teile $H_2O$ in Mol.					
	$Na_2Cl_2$	$K_2Cl_2$	$MgCl_2$	$MgSO_4$	$Na_2SO_4$	$CaSO_4$
7) $NaCl$ , Glauberit, Syngenit, Astrakanit, $Na_2SO_4$	25	8,5	16,5	—	22	—
8) $NaCl$ , Syngenit, Anhydrit, $KCl$	46	19,5	—	—	—	0,7
9) $NaCl$ , Syngenit, Anhydrit, Kainit, $KCl$	4,5	7	62,5	7,5	—	0,8
10) $NaCl$ , Syngenit, Anhydrit, Kainit, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	7	6,5	52	17,5	—	0,8

Auftreten des Polyhalit. Von Basch wurde festgestellt, daß Polyhalit bei  $25^0$  schon aus Syngenit, Gyps und Magnesiumsulfat entsteht. Unter den natürlichen Umständen, d. h. bei Anwesenheit von  $NaCl$ , wird die Polyhalitbildung nur begünstigt.

In die schon früher (diese Zeitschr. 38, 172) angeführte schematische Darstellung werden nun die Felder für die genannten Salze eingetragen.

Aus diesen Resultaten läßt sich ein Einblick in die Bildung der verschiedenen Regionen der Steinsalzlager gewinnen. Die ersten Stadien der Meerwassereinengung von beginnender  $ClNa$ -Ausscheidung zu beginnender  $MgSO_4$ -Ausscheidung sind begleitet von  $CaSO_4$ -Abscheidung, die bei  $25^0$  schon in der Form von Anhydrit stattfindet, da bei  $25^0$  schon die Sättigung an  $ClNa$  und die Anwesenheit der anderen Bestandteile die Abscheidung als Gyps verhindert (Anhydritregion). Der Endpunkt der Steinsalzausscheidung liegt nach dem Diagramm im Polyhalitgebiete; Auftreten der Polyhalitregion. Das abermalige Auftreten von Anhydrit in der Carnallitregion ist wiederum in Einklang mit dem aus dem Diagramm sich ergebenden Krystallisationsverlaufe; nach neueren Beobachtungen von Precht findet sich Anhydrit auch in der Kieseritregion.

Tachyhydrit kann kein Product der directen Einengung sein.

Ref.: B. Goßner.

49. A. Geiger (in Berlin): Künstliche Darstellung des Krugits (Sitz.-Ber. kgl. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1903, 1123—1124).

Krugit bildet sich in kleinen Kryställchen (nach Klein wahrscheinlich rhombisch), wenn man Gyps (23 g) und die Lösung:  $1000H_2O \cdot 43MgCl_2 \cdot 8K_2SO_4$  (283 g) bei  $100^0$  oder auch schon bei  $83^0$  längere Zeit auf einander einwirken läßt.

Ref.: B. Goßner.

50. C. Doelter (in Graz): Adaptierung des Krystallisationsmikroskopes zum Studium der Silicatschmelzen (Anz. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1903, Dec. 17).

Die Neuerung besteht in der Verwendung eines elektrisch heizbaren Ofens, der Temperaturen bis fast  $1200^0$  ermöglicht, zwecks mikroskopischer Beobachtung von Schmelzen. Der Ofen, von der Form der früher (diese Zeitschr. 40, 420) beschriebenen größeren Öfen, besitzt die Größe eines Objectisches und eine Höhe von 50 mm. Er ist, auf dem Tische des Mikroskopes stehend, mit diesem drehbar. Der Tisch selbst ist durch Asbest geschützt, das Objectiv wird durch eine Metallspirale, in der kaltes Wasser fließt, gekühlt. Die Heizröhren des Ofens sind durch Platten von geschmolzenem Quarz verschlossen. Die Temperatur kann mit einem Thermoëlement von Le Chatelier gemessen werden.



Bei der Beobachtung der Schmelzen von Mineralgemengen (Akmit und Orthoklas, Augit und Labrador, Albit und Magnetit, Diopsid und Albit) ergab sich, daß sehr dünnflüssige Schmelzen noch zahlreiche Bruchstücke des höher schmelzenden Anteils enthalten, was auf eine allmählich erfolgende Lösung des letzteren im leichter schmelzbaren Teile hindeuten würde.

Ref.: B. Goßner.

**51. F. Hinden** (in Basel): **Neue Reactionen zur Unterscheidung von Calcit und Dolomit** (Verhandl. d. Naturf. Gesellschaft in Basel 1903, 15, 4—5).

Kalkgestein, fein gepulvert, gibt bei Zimmertemperatur mit 10%iger  $FeCl_3$ -Lösung  $CO_2$ -Entwicklung; bei Anwendung der richtigen Mengenverhältnisse erstarrt die Flüssigkeit zu einer rotbraunen Gallerte. Dolomit gibt die Reaction erst beim Erwärmen. Die Reaction kann dazu verwendet werden, um annähernd quantitativ den Kalkgehalt dolomitischer Gesteine zu bestimmen; Eisenchlorid wird so lange zugesetzt, bis bleibende Kaliumrhodanidreaction auftritt. Ein zweites Reactiv ist 10%ige Kupfersulfatlösung. Calcit scheidet basisches Kupfercarbonat ab, Dolomit nicht.

Ref.: B. Goßner.

**52. G. B. Hogenraad** (in Amsterdam): **Über eine Eisenrose vom St. Gotthard** (Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam 1903, 605).

Eisenglimmer vom St. Gotthard mit sehr starkem Magnetismus und schwarzem Strich ist nach der Analyse tatsächlich Hämatit und nicht eine Pseudomorphose von Magnetit nach Hämatit.

Ref.: B. Goßner.

**53. T. Hiki** (in Tokio): **Über die Allanitkrystalle vom Hiei-Berge** (Memoirs of the College of Science and Engineering. Kyoto 1903, 1, 4—3).

Schwarze, glasglänzende Orthitkrystalle aus dem Biotitgranit vom Hiei-Berge, nach der *b*-Axe verlängert, zeigen die Formen: {001}, {100}, {101}, {111}, seltener und untergeordnet {110} und {201}. Der Pleochroismus ist stark ausgeprägt: a grünlichbraun, b rötlichbraun, c bräunlichgelb. Zonale Structur fehlt fast gänzlich. Die Krystalle zeigen im Dünnschliffe unregelmäßige Risse mit Einschlüssen von Apatitnadeln und bilden den herrschenden accessorischen Bestandteil des Granits.

Ref.: B. Goßner.

**54. R. Delkeskamp** (in München): **Über die Krystallisationsfähigkeit von Kalkspat, Schwerspat und Gyps bei ungewöhnlich großer Menge eingeschlossenen Quarzsandes** (Zeitschr. f. Naturwiss. Stuttgart 1903, 75, 185—208).

Verf. behandelt zusammenfassend die sandigen Krystalle der drei genannten Mineralien nach ihrem Vorkommen und ihrer Entstehung.

Ref.: B. Goßner.

**55. A. Hofmann** (in Píbram): **Vorläufiger Bericht über turmalinführende Kupferkiese vom Monte Mulatto**. Mit 2 Tfln. (Sitz.-Ber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. in Prag, 4—8).

Die Kupferkieslagerstätte am Mulatto (S.-Tirol) ist durch die genetischen Verhältnisse und die sonst nur aus Chile und Telemarken bekannte Mineralassociation interessant. Makroskopische Kupferkieskörner sind im körnigen Granit und Turnaliningranit von Mezzavale bei Predazzo regellos eingesprengt. Derber

Kupferkies schließt eine limonitisierte Pyritkrystallgruppe ein und diese wiederum einen walnußgroßen Fluorit. Andere Handstücke bestehen aus grobspätigem Fluorit mit Kupferkies, zersetztem Pyrit und Galenit, oder eischüssigem Quarz, Orthoklas, Fluorit und Kupferkies. Bei mächtigeren Gängen ist die Füllung Kupferkies, untergeordnet Quarz, Orthoklas, Calcit und grüner Glimmer, stets mit schwarzem Turmalin. Dieser bildet häufig Nester von grobstengligen wirren Aggregaten, local mit Scheelit (Kryställchen bis 1 cm Kantenlänge) oder radial-faserige Aggregate mit Kiesen innerhalb weniger mächtiger Klüfte, die auch aus Turmalin allein bestehen. Dessen Kryställchen sitzen einzeln oder gruppenweise im Kupferkies, der in den Erzgängen stets vorwaltet, ragen auch in Gangcalcit oder Adular hinein. Turmalin ist also gleichzeitig mit den Sulfiden und anderen Gangmineralien — außer dem wahrscheinlich secundären Calcit — entstanden.

Die Erzgänge vom Mulatto gliedern sich Vogts Zinnsteingängen (mit Kupfer statt Zinnerz) und zwar dem Typus Telemarken an.

Ref.: E. Düll.

**56. A. Hofmann** (in Píbram): **Über den Pyrolusit von Narysov.** Mit 1 Textfig. (Sitz.-Ber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. in Prag, 1—5).

Schürfungen bei Narysov, s.s.w. von Píbram, überfuhren einen Gang zersetzten Diabases (?) mit untergeordneten Fragmenten quarziger Grauwacke. Rote kaolinische Partien sind darin zuweilen mit wasserhellem Quarz cementiert; ab und zu schließt gemeiner Quarz in Hohlrußen an. Pyrolusit bildet in unbedeutenden Ganglinsen massige Füllungen, Drusen oder Anflüge. In stark verquarzten Partien sind Cocardenbildungen ziemlich häufig. Der Gang zeigt Analogie mit vielen Eisensteingängen Grimms (größenteils Zersetzungsproducten aus Grünsteinen). Verf. hält folgende Mineralsequenz für gegeben: Quarz; Sb-freier Pyrolusit (radial- bis verworren-faserige, selten erdige Massen), zum Teil frisch, selten umgewandelt in Wad (Überzüge des Pyrolusits, erdig, mehlig, nelkenbraun abfärbend); untergeordnet Pyrrhosiderit (radiale Krystallgruppen oder halbkuglige radialfaserig struierte Aggregate und Krusten), oft in Hämatit oder Limonit übergehend, die als Pigment der zersetzten Gangmasse auftreten; »Eisenrahm« überzieht mitunter Quarz. Derber Calcit schließt Pyrolusit und Pyrrhosiderit ein. Verf. nimmt für die Erze des Pb- und Ag-freien Ganges Entstehung durch Lateralsecretion aus dem Diabas an. In der Umgebung von Narysov sehr verbreitete Mn-Mineralien (meist Psilomelan) führt Verf. auf den geringen Fe- und Mn-Gehalt der Grauwackensandsteine zurück. Ihr, bisweilen concentrirtes, Auftreten beschränkt sich auf die den Atmosphärien zugängliche Oberfläche.

Ref.: E. Düll.

**57. R. Canaval** (in Klagenfurt): **Bemerkungen über das Eisenglanzvorkommen von Waldenstein in Kärnten** (Carinthia II. 1903, 3, 1—12).

Ein grüner Schiefer (Biotit, Quarz, Muscovit, Pyrit, Eisenglanz, Rutil) aus dem Liegenden des Waldensteiner Erzlagere enthält vereinzelt ziemlich große Einschlüsse stark veränderten, an Yttererden reichen Orthits von limonitähnlichem Aussehen. Begleitender granitischer Quarz deutet auf einen Zusammenhang des Orthits und Muscovits mit einer granitischen Intrusion. In einzelnen rutilreichen dünnen gneisartigen Lagen des Hangenden sind lockererdige Aggregate recht reinen Kaolins (unter dem Mikroskope teilweise sechsseitige Schüppchen) ausgeschieden. Die postvulkanische Kaolinbildung kann nur gleichzeitig mit jener der Erze stattgefunden haben, da Pyrit ganz wie in den Erzlagern

selbst mit frischem Eisenglanz in den kaolinführenden »Gneisen« auftritt. In Waldenstein haben sich anscheinend ähnliche genetische Prozesse abgespielt wie am Hüttenberger Erzberge mit dem Unterschiede, daß nicht wie da unregelmäßige Spateisenstöcke im Kalk, sondern lagerartige von Ankerit und Siderit begleitete Eisenglanzmassen entstanden sind.

Ref.: E. Düll.

**58. V. Neuwirth** (in Olmütz): **Der Epidot von Zöptau in Mähren** (Zeitschr. d. mähr. Landesmuseums, Brünn 1903, 3, 89—112).

Der im Zöptauer Amphibolgebiete sehr verbreitete Epidot bildet als derber Pistazit ein Accessorium der mit anderen krystallinen Schiefen wechsellagernden Amphibolitschiefer und Hornblendegneise. Seltener als das bekannte Vorkommen vorzüglicher Krystalle in klusterfüllendem Thon usw. ist die Einwachsung von Epidotkrystallen in Quarzadern, welche die Amphibolite stellenweise durchsetzen. Verf. beobachtete Epidotisierung von Amphibol durch die Zwischenstufe Amiant neuerdings an Krystallen vom »Erbrichtergut« bei Wernsdorf. Verf. hält Apatit als Epidotbegleiter für ein Auslaugeproduct aus den Amphiboliten, durch deren totale Verwitterung jener gelbe bis braune Thon (Letten) entstand, welcher so häufig Epidotkrystalle einschließt.

Verf. hat nur die durch V. v. Zepharovich<sup>1)</sup> festgestellten Formen:  $M\{001\}$ ,  $T\{100\}$ ,  $r\{101\}$ ,  $l\{201\}$ ,  $i\{102\}$ ,  $e\{101\}$ ,  $P\{010\}$ ,  $o\{011\}$ ,  $n\{111\}$ ,  $u\{210\}$ ,  $x\{110\}$ , nie aber die von F. Kretschmer<sup>2)</sup> erwähnte Form  $\{107\}$  beobachtet. An den Enden herrscht selten  $\{010\}$  vor, in der Hemidomenzone manchmal  $\{102\}$ . Seltener als einseitig ausgebildete kommen lose, an beiden Enden — zuweilen verschiedenartig — terminierte Krystalle vor, z. B. tritt  $(010)$  einseitig auf, besonders bei Zwillingen nach  $(100)$ . An Zwillingen häufige Längsrinnen werden von  $M$  und  $M'$ ,  $r$  und  $r'$  gebildet, dagegen Querrinnen von  $o$  und  $o'$ ,  $n$  und  $n'$  an den Enden. Bei schalig struierten Krystallen ist der Kern dunkel-, die Hülle hellgrün.

I. Auf dem »Pfarrerbgut« (»Storchenberg« v. Zepharovichs) kommen die Epidote in einigen Klüften mit vermutlich gleichalterigem Prehnit, in anderen zusammen mit Albit vor (Albit und Prehnit sind nie zugleich Epidotbegleiter), daneben auch Apatit, Sphe (nach Verf. aus Titaneisen der Amphibolite entstanden, vielleicht unter Beteiligung von Calcit, der jene hie und da durchsetzt), Amiant und in ihrer Ausbildung gestörte Quarzkrystalle (nach Verf. bei der Epidotisierung des Amphibols frei werdende Kieselsäure).

In Klüften mit Prehnit bildet dieser (nicht Prasem) die Matrix der aufgewachsenen Epidote und stellt kamm-, linsen- und knollenförmige derbe Stücke dar (strohgelb, innen meist lichtgrün). Der ansehnlichste Epidotfund (145 mm langer, 25 mm dicker Krystall) ist in einer Prehnitkugel eingewachsen, ein auch sonst häufiges Vorkommen. Oft sind Epidot-Krystallaggregate breccienartig verwachsen. Manche eckige Bruckstücke sind ringsum mit schönen Epidoten, zum Teil in ausstrahlenden Büscheln, bedeckt. Die Flächen zeigen häufig Erosionsgrübchen. Verf. bringt elf Originalabbildungen meist in  $\parallel$ -Projection  $\perp b$ . 1. Rechtes Ende eines 3 cm langen beidseitig ausgebildeten Zwilling nach  $T$  mit  $T$ ,  $M$ ,  $i$ ,  $r$ ,  $l$ ;  $o$ ,  $n$  ( $T'$ ,  $m'$ ,  $o'$  ganz untergeordnet, Längsrinnen  $rT'$  und  $MT'$ ). 2. und 3. Beide Enden des fast voll entwickelten Individuums von 1;  $\{100\}$  mit horizontaler Riefung,  $\{001\}$  eben und glatt, nur stellenweise lamellar,

1) Vergl. H. Bücking, diese Zeitschr. 2, 380 f.

2) Diese Zeitschr. 27, 322.

{102} glatt, lamellar, {104} gegittert, {201} deutlich gerieft; links {010}  $\parallel n$  gerieft, {011}, {111}; rechts {011} drusig, {111}  $\parallel$  {100} gerieft. 4. Linkes Ende eines Krystalls  $o, n; T, M, r, i, e$ . 6. 2 cm langer, 1 cm breiter Krystall mit seitlichem Ende auf einer Matrix aufgewachsen, rechts ausgebildet  $M$  (glatt, lamellar),  $r$  (gerieft und mit Grübchen),  $T$  (stark glänzend, deutlich gerieft),  $i$  (wie  $M$ ),  $e$  (wie  $r$ ),  $o, n, x$  {110},  $P$  ( $\parallel n$  gerieft). 7. Rechtes seitliches Ende eines Krystalles;  $P$  ( $\parallel n$  gerieft);  $n, o, u$  {210} nur als schmale Streifen;  $M$  (glatt und lamellar),  $T$  (horizontal gerieft),  $r$  (matt, die übrigen Flächen glänzend),  $l$  (wie  $T$ ),  $i$  (wie  $M$ ). 11. und 12. Beide Enden eines Zwillinges der gleichen Combination wie in Abbildung 4 mit zwei von  $M$  und  $M'$ ,  $r$  und  $r'$  gebildeten Längsrinnen und einer seitlichen Querrinne  $oo'$ .  $P$  und  $P'$  bilden einseitig eine durch die Zwillingснаht getrennte, ebene, federförmig  $\parallel n$  und  $n'$  geriefte Fläche.

Albitklüfte vom »Pfarrerbgut« (in Hornblendeschiefer) enthalten prachtvolle Epidote, meist mit Albitdrusen verwachsen, von Sphen, Ilmenit und Bergkrystall begleitet. Filziger Amiant aus der Hornblende des Schiefers überzieht mitunter die Krystalle, feine Nadeln desselben sind in den Albiten eingewachsen. In plastischem braunen Thon, der die Klüfte erfüllt, liegen lose abgebrochene Albit- und Epidotkrystalle und losgerissene Drusen oder Gruppen auf zersetztem Hornblendeschiefer. Die Epidote sind nach  $b$  gestreckte ölgrüne Säulen, mitunter dunkel gefleckt, häufig mit Schalentextur. Originalabbildungen 16 und 17.  $T, M, r$  (schmale Leiste, daher der Querschnitt fast ein Rhombus),  $P, x, o, n$ . 18. (Zwilling):  $l, M, T, r, i, P, x = l' M' T' r' i' P' x'$ ;  $T$  verhältnismäßig schmal, deutlich horizontal gerieft, ebenso  $r$ ;  $l$  undeutlich gerieft;  $M$  eben und glatt;  $PP'$  in einer Ebene,  $\parallel r$  deutlich gerieft (federförmige Streifung);  $x \parallel T$  weniger deutlich gerieft.

II. »Erbrichtergut« (= »Raubenstein« V. v. Zepharovichs). Die glänzend schwärzlichgrünen, in dünnen Stücken ausgezeichnet öl- und smaragdgrün pleochroitischen Epidote bilden breitsäulige Krystalle mit vorherrschendem  $T$ , ebenso häufig aber sechsseitige Täfelchen (bis 5 mm breit, 2 mm dick);  $T$  vorwaltend;  $n, e, M, i$  gleichmäßig schmal; fächerförmige Aggregate, wenn die Täfelchen sich mit  $T$  an einander legen und partial oder total mit einander verwachsen. Originalabbildung 20: ohne Flächenbezeichnung, anscheinend  $Tn, Mei$ ; an der einen Kante  $nn$  ein einspringender Winkel.  $T$  wellig uneben oder krumm durch angelagerte lamellare Individuen, die selbst wieder horizontal gestreift sind.  $e, i, n$  schmale glänzende Leisten,  $n \parallel T$  gerieft.

III. Im Ried »Viehbich« fand Kretschmer etwa 30 m von einer früheren Fundstelle entfernt etwas Epidot (ohne Sphen), sechsseitige Täfelchen mit vorwaltend  $T$  zu keil- und fächerförmigen Gruppen verwachsen.

IV. Marschendorf. Epidot (daselbst auch nicht selten accessorisch in Amphiboliten) bildet Krystalle und Aggregate auf Kluftflächen dieses Gesteins, besonders am Butterhübel. Von da stammende ölgrüne nach  $b$  gestreckte Krystalle (Matrix ist derber epidotführender Amphibolit) zeigen {001} glatt mit lamellaren Anlagerungen, {100}  $\parallel b$  gerieft, {101}, {201}, {110} bei kleinen Krystallen glatt, bei größeren drusig, {111}. Originalabbildung 22: Linkes Ende eines solchen rechts aufgewachsenen Krystalles (Aufstellung nach Marignac-Kokscharow).

V. In der Umgebung von Wermsdorf fand Verf. derben und wohlkrystallisierten Epidot. Endflächen haben nur kleinere auf Kluftflächen aufgewachsene Krystalle. Alle sind nach  $b$  gestreckt;  $T$  deutlich gerieft,  $M$  mit



lamellaren Anlagerungen;  $r, x, n$ ; auch Zwillinge nach  $T$ ; als Begleiter mitunter große, kurze, dicke, weißlich trübe Quarzbipyramiden.

Ref.: E. Düll.

**59. H. Preiswerk (in Basel): Die metamorphen Peridotite und Gabbrogesteine in den Bündnerschiefern zwischen Visp und Brig (Wallis).** Mit 2 Tfln. (Verhandl. d. naturforsch. Ges. in Basel 1903, 15, 293—316).

Der oft durch Talk mit Magnesit oder Dolomit ersetzte Serpentin zwischen Kalkschiefern bei Visp enthält wohlindividualisierten Antigorit, Nester von Tremolit und Dolomit (aus Diallag) und bis mehrere mm große Magnetite {111}. Ähnlichen Antigorit findet man in den Serpentin von Visperterbinen gegen den Gebidem, Magnetitkrystalle in schiefrigen Serpentin der inneren Nanzlücke (zwischen Gamsertal und Simplonpaßhöhe), daselbst auch schönen Aktinolith in Talk. Klinoisit in Amphibol-Klinoisitschiefer von ebenda zeigt folgende Winkel  $\alpha : c$ :

<i>Li</i> -Licht	40 58' (Mittel aus 3 Mess.)	Max. 20 5'	Doppelbrechung = ca. 0,01.
		Min. 4 50'	
<i>Na</i> -	2 28 ( - - 4 -	Max. 2 45'	
		Min. 2 7'	
<i>Tl</i> -	3 2 ( - - 5 -	Max. 3 17'	
		Min. 2 52'	
weißes Licht	2 55 ( - - 4 -	Max. 3 7'	
		Min. 2 45'	

Ref.: E. Düll.

**60. G. Rüetsch (aus Wittnau): Zur Kenntnis des Rofnagesteines.** Ein Beitrag zur Gesteinsmetamorphose. Mit 1 Kartenskizze und 1 Tfl. (Inaug.-Diss. Zürich. — Eclog. Geol. Helvet. 1903, 8).

Anorthoklas (xenomorpher Einsprengling in Granitporphyr) von Ausser-Ferrera (am Averser Rhein s.ö. der Rofnaschlucht des Hinterrheins) (Analyse I.), etwas frischer von der Splügenstraße oberhalb den Kehren (II.) zeigt folgende Zusammensetzung, aus der sich nach Abzug mikroskopischer Labradoreinschlüsse und des  $H_2O$  die Formel  $Or_2Ab_1$  ergibt:

	I.	II.		III.
<i>SiO</i> <sub>2</sub>	65,06	65,54	<i>SiO</i> <sub>2</sub>	49,48
<i>Al</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub>	19,07	18,96	<i>TiO</i> <sub>2</sub>	0,17
<i>CaO</i>	0,44	0,11	<i>Al</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub>	24,71
<i>K</i> <sub>2</sub> <i>O</i>	11,20	11,35	<i>Fe</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub>	5,67
<i>Na</i> <sub>2</sub> <i>O</i>	3,78	3,80	<i>FeO</i>	1,43
<i>H</i> <sub>2</sub> <i>O</i>	0,17	0,16	<i>CaO</i>	0,57
	99,72	99,92	<i>MgO</i>	1,68
Spec. Gew. 2,588		Spec. Gew. 2,582	<i>K</i> <sub>2</sub> <i>O</i>	9,76
			<i>Na</i> <sub>2</sub> <i>O</i>	1,82
			<i>H</i> <sub>2</sub> <i>O</i> unter 110°	0,24
			<i>H</i> <sub>2</sub> <i>O</i> über 110°	4,57
				99,80
				Spec. Gew. 2,904

III. = Analysenergebnis eines den Phengiten ähnlichen Glimmers (nach



Abzug beigemengten Olivins =  $24H_4K_2Al_4Si_6O_{21} \cdot Mg_{12}Si_6O_{24}$ ) aus geschiefertem Granitporphyr unterhalb Sufers an der Splügenstraße (blättrig, muscovitähnlich; Spaltung nach {001}; {110} und {010} oft gut ausgebildet; mannigfache Durchwachsungen der Blätter, rosettenartige Aggregate).

Ref.: E. Düll.

**61. H. Bücking** (in Straßburg i. E.): **Über Porphyroïdschiefer und verwandte Gesteine des Hinter-Taunus.** Mit 3 Tfn. (Ber. der Senckenberg. naturforsch. Ges. in Frankfurt a. M. 1903, 155—176).

Bis haselnußgroße hellfarbige »Fremdkörper« aus Quarz und Feldspat (Albit) in Thonschiefer zwischen Usingen und Eschbach hält Verf. für tuffartige Elemente. Bis 3 mm große Einsprenglinge reinen Albits finden sich in Porphyroiden vom Rehköpfchen n.ö. vom Feldberg.

Ref.: E. Düll.

**62. W. Bergt** (in Dresden): **Über einige sächsische Minerale** (Mitt. aus d. k. mineral.-geol. Mus. usw. Dresden in: Abhandl. d. naturwiss. Ges. Isis in Dresden 1903, 1, 20—25).

Magnetkies vom Glückaufschacht in Neubannwitz bei Burgk: Kleine Calcitdruse, stellenweise dicht mit winzigen Markasitkörnern bedeckt; jüngere Begleiter sind spieß- und kammartige Markasitaggregate, ein etwa 6 mm großer Whewellitkrystall mit vielen gelben Kieskörnern durchsetzt, sowie Magnetkieskrystalle. Kleinere Gruppen derselben bestehen aus dünnen sechseckigen Blättchen (bis 2 mm Durchmesser), {0001}. {1010}, Ni-frei. Dicktafelige Krystalle ( $3 > 6$  mm) mit gleichen Flächen, {1010} auffällig horizontal gestreift, sind regellos zu größeren Gruppen verwachsen. — Zinkspat von Freiberg: {110} und {211} eines kurzsäuligen Calcitkrystalles von 50 mm Durchmesser sind dicht mit Zinkspat besetzt. {100} von 2,5 mm Kantenlänge sitzt stets so auf {110} des Calcits, daß Polkanten jener immer nach oben und außen (auf Calcit bezogen) liegen, und || sind unter einander, sowie zu {110} und der Ebene der Zwischenachsen des Calcits. Gleiche Stellung hat {100} zu {211} des Calcits. Beide Minerale besitzen demnach || Axensysteme, soweit dies bei den nicht ganz gleichen Axenverhältnissen möglich ist. — Aus dem krystallinen Kalk von Heidelberg bei Wolkenstein (sächsisches Erzgebirge) besitzt das Dresdener Museum: bronzegelben derben Magnetkies (in geringer Menge auf grobspätigem Calcit); Bergkrystall (jüngste Bildung auf Braunspat in körnigem Dolomit, wasserhell, {211} mit {100} und {221} im Gleichgewicht, oft beidseitig ausgebildet, modellartig wie Sutroper Quarz, bis 15 mm lang und 10 mm dick); Fluorit aus Drusen in und an Spalten (fast nur {111}, bis 15 mm Kantenlänge zum Teil auf dünnem Polster zierlicher milch- bis grünlichweißer »Amethyst«-Kryställchen, {100} und {221} im Gleichgewicht; selten und spärlich mit jüngstem Calcit; blaßgrün oder -violett bis fast farblos, selten dunkelviolet; Kern oft blaßviolett, Hülle blaßgrün; {111} meist rauh durch gesetzmäßig aufgelagerte {100}-Ecken und glanzlos, meist ohne Störung der krystallographischen Begrenzung; seltene {100}-Flächen eben, glatt, glänzend; Übergänge zu zierlichen, äußerlich ganz aus {100} aufgebauten {111}-Formen ohne {111}-Flächen; Mißbildungen durch würfelige knollige Anhängsel an Ecken und Kanten von {111}; bisweilen {100}. {110}. {111}, auf {100} mit einer aus {100} aufgebauten {111}-Ecke; Krystalle des nämlichen Drusenraumes von je gleicher Beschaffenheit); Granat (mit  $2\frac{1}{2}$  mm großen {110}. {211}, nelkenbraun). Grüner und honiggelber Granatfels von Heidelberg (stellenweise feinstreifig anisotroper Kalkeisengranat mit 2,91 %

*MnO*) enthält weißen Tremolit (zersetzt rötlich; Lagen oder knollige Anschwellungen bildend) und Calcit.

Ref.: E. Düll.

**63. A. B. Meyer** (in Dresden): **Zur Nephritfrage** (Neu-Guinea, Jordansmühl u. a., Alpen, Bibliographisches) (Abhandl. u. Ber. d. kgl. zoolog. u. anthropolog.-ethnograph. Mus. zu Dresden, 1902/3, 10 (IV), 1—32).

Über 100 Steinbeile und -keulen des Dresdener Museums aus Neu-Guinea bestehen aus Nephrit, Jadeit, Chloromelanit oder nahe verwandten Gesteinen. Der Jadeit von der Humboldtbai-Gegend scheint sich von sonst bekannten gut zu unterscheiden (*Na*-Feldspat, Strahlstein und spärliche Nadeln grünen Augits). Ein Steinbeil von der Astrolabe-Bai, äußerst feinkörniger Nephrit, enthält außer Aktinolith wahrscheinlich Feldspat und Zoisit. Drei Beilklingen aus der Sattelberg-Gegend (spec. Gew. 3,02—3,5) sind nach M. Bauer Nephrit, verwachsen mit serpentinähnlicher Substanz; eine Keule von ebenda ist nach M. Bauer normaler Grünstein (Diabas); eine solche von der Südküste bestimmte der gleiche Autor als Glaukophanschiefer (blauer, stark dichroitischer Glaukophan umgibt mantelförmig braune in trüber Grundmasse liegende Augitkörner, dazwischen Titaneisenplättchen und vereinzelt Quarz). Die Nephrite der Astrolabe-Bai, der Sattelberggegend und der Collingwoodbucht sind schon makroskopisch verschieden. Waffen und Geräte von den genannten Punkten Neu-Guineas, sowie von der Humboldtbaigegend (dasselbst und im Hinterlande ist der Jadeit und Chloromelanit zu Hause, Nephrit aber nicht sicher nachgewiesen) sind Nephrit oder Jadeit, während sie sonst von überall her aus anderem Material bestehen. Soweit bis jetzt bekannt, ist Neu-Guinea von der Humboldt-Bai nach O. bis zum Flyflusse im S. von Nephrit- und Jadeitbeilen umsäumt, anstehender Chloromelanit findet sich am Santanisee. Ein flacher Ring, möglicherweise von Neu-Guinea (spec. Gew. 3,0556), ist nach M. Bauer zweifellos Nephrit. Undurchscheinendes dunkles nephritähnliches Gestein ist in der Nachbarschaft der Sattelberggegend nicht selten; die Nephrite der Collingwoodbucht sind durchscheinend hellblaugrün bis ganz undurchsichtig dunkelbraun.

Im übrigen liegt der besondere Wert der vorliegenden Abhandlung in der kritischen Würdigung einschlägiger Literatur und in dem chronologisch wie auch alphabetisch geordneten bibliographischen Abschnitte, der den Zeitraum von 1882/3 bis 1903 und die inzwischen erschienenen Schriften über Nephrit, Jadeit und Chloromelanit umfaßt, soweit sie nicht rein Mineralogisches betreffen.

Ref.: E. Düll.

**64. A. Sachs** (in Breslau): **Über Anpassungserscheinungen bei Karlsbader und Bavenoer Verwachsungen des Kalifeldspates** (Aus dem mineralog. Inst. d. Univ. Breslau 1903, 1—53, Buchdruck. Fleischmann, apart erschienen).

Verf. gelangt auf Grund zahlreicher Messungen zu folgenden Ergebnissen: Sowohl bei Karlsbader wie bei Bavenoer Feldspatverwachsungen sind Anpassungserscheinungen (auf Kosten der Krystallwinkelconstanz) exact nachweisbar. Bei Karlsbader Zwillingen erfolgt die Anpassung wesentlich durch Nachgeben der  $\alpha$ -Flächen. Beim Adular bildet (021) mit (001) den Winkel  $44^{\circ}37'$  (übereinstimmend mit Kupfers und Kokscharows Berechnungen). Dem Bavenoer Gesetz liegt tatsächlich (021) als Zwillingssebene zugrunde; es gibt aber Bavenoer Zwillingskrystalle, an denen dieselbe in Anpassung an eine höhere Symmetrie derart nachgibt, daß die *P*-Flächen beider Individuen mit einander den Winkel

90° bilden, ebenso wie die *M*-Flächen. Bei Drillingsverwachsungen nach Bavenoer Art wurde eine theoretisch zu erwartende Mannigfaltigkeit (mit und ohne Anpassung) tatsächlich erwiesen. Wahrscheinlich wird durch Vermehrung der Individuenzahl (bei Sechslingen und Achtlingen) die Anpassungstendenz erhöht.

Ref.: E. Düll.

**65. O. Wenglein** (in Kiel): **Über Perthitfeldspäte.** Mit 2 Tfln. (Inaug.-Diss. Kiel 1903, 4—70).

Verf. legt zunächst das gegenseitige Verhältnis von Mikroklin zu Orthoklas nach den bisherigen Ansichten historisch dar und behandelt sodann in ähnlicher Weise das Wesen der Perthitstructur und ihre Beziehungen zu derjenigen des Mikroklin. Auf Grund eigener Untersuchungen kommt er zu folgenden Ergebnissen. Die Mikroklingitterung ist eine nachträgliche Bildung aus Orthoklas, hauptsächlich verursacht durch Spannungsauslösungen (Folge von Temperaturerhöhung), welche Contractionen mit daraus resultierender molekularer Umlagerung und Zwillingstructur bewirkten. Ausnahmsweise mag bei einem structurlosen Mikroklin (nach Verf. ein ursprüngliches Vorkommen) der beim Orthoklas angenommene Vorgang eintreten. Späteren Ursprungs sind auch die im *K*-Feldspat eingelagerten perthitischen Albitlamellen. Ihr Material kann einerseits aus der Grundmasse stammen, in der Albitschnüre vorkommen, indem längs Contractionssprüngen circulierende Wässer den *Na*-Gehalt aus angrenzenden Partien auslaugten<sup>1)</sup> und an Ort und Stelle zur Ausscheidung brachten; dann muß aber eine entsprechende Verwitterungszone diesen Vorgang bezeichnen. Andererseits — bei Perthiten jedenfalls die verbreitetste Entstehungsart — sind Albitsolutionen auf Contractionssprüngen eingedrungen, nachdem vielleicht ätzende Lösungen die Spalten erweitert hatten. Demnach scheint die Mikroklinstructur enge Beziehungen zum Perthit zu haben. Im Orthoklas entstanden durch Contractionen gesetzmäßig angeordnete Sprünge und Spalten. Bei plötzlicher Spannungsauslösung erfolgte in den diesen Rissen benachbarten Partien Zusammenziehung der Mineralteilchen mit ähnlichem Resultate wie bei der Mikroklinisierung, nur daß dort eventuell infolge langsameren Nachlassens der Spannungen und langsamer Abkühlung des erhitzten Gesteins keine Zerreißung eintrat. Die Einlagerung der die Perthite bedingenden Albitlamellen geschah dann wie dort. Verf. hält es nicht für angängig, alle gefaserten Feldspäte als feinste perthitische Verwachsungen zu erklären. Diese Erscheinung kann auch durch Sprünge hervorgerufen werden, welche die einheitliche Feldspatmasse durchsetzen.

Ref.: E. Düll.

**66. A. Schmidt** (in Wunsiedel): **Tabellarische Übersicht der Mineralien des Fichtelgebirges und des Steinwaldes.** Ein Taschen- und Nachschlagebuch für Mineralogen und Freunde dieser Gebiete (84 S., Bayreuth 1903).

Die Arbeit berücksichtigt auch die neuere Literatur und liefert somit ein vollständiges Verzeichnis der bisherigen Mineralfunde in den einschlägigen Gebieten. Schätzbar sind topographische Angaben über die Fundorte. Von neueren Vorkommnissen werden u. a. erwähnt Sphalerit in den Eisenlagern von Arzberg, dichter Magnesit (für solchen hält Verf. kleine butzenförmige Einlagerungen in krystallinem Kalk namentlich von Hohenberg), Hisingerit in Basalt von Wiesau.

Ref.: E. Düll.

1) Vergl. B. Popoff, diese Zeitschr. 41, 434.

**67. J. Beckenkamp** (in Würzburg): **Über einen Fund von gediegenem Eisen** (Sitz.-Ber. d. phys.-med. Ges. Würzburg 1903).

Unregelmäßig geformte Klumpen (30 g und darüber) fast reinen (beinahe  $N_2$ -freien) Eisens aus graugrünen Schichten der fränkischen Lettenkohle bei Dettelbach (nahe bei Würzburg) sind zum Teil spröde wie Gußeisen (spec. Gew. 7,0), größtenteils wie Schmiedeeisen zähe, im Bruch zinnweiß, spec. Gew. 7,7. Die Funde sind vergleichbar dem Eisen von Mühlhausen, Thür. (aus gleicher geologischer Schicht), und dem in kalkigen Mergelknollen zu Chotzen in Böhmen gefundenen angeblich meteorischen Eisen.

Ref.: E. Düll.

**68. E. Weinschenk** (in München) und **A. Brunhuber** (in Regensburg): **Der Weihermühlberg bei Regenstauf** (Ber. d. naturwiss. Ver. zu Regensburg 1901/2, 9, 1—5).

Lockerer Grus von »Krystallgranit« (Gümbels) enthält daselbst lose ziemlich gut ausgebildete Karlsbader Zwillinge von Orthoklas (bis 15 cm groß) mit rauhen von Quarz und Glimmer besetzten Flächen. In Steinbrüchen zwischen Schloß- und Weihermühlberg durchbricht den Krystallgranit ein Pinitporphyrgang mit makroskopischem Pinit (schwarzbraune Säulen gewöhnlich walzenförmig gerundet, beidseitig nur von der Basis begrenzt; Strich und Bruch grünlich).

Ref.: E. Düll.

**69. A. Ries** (in Bamberg): **Das krystallinische Gebirge am Donaurande des bayrischen Waldes** (Ebenda 1—9).

Der Winzergranit (Gümbels) zwischen Donaufaustauf und Straubing enthält reichlich  $TiO_2$ -Mineralien, besonders Anatas, der oft, besonders am Berghof, in feinen Schnüren und Gängen durch das Gestein zieht und dabei zersprengten Quarz und Feldspat durchkreuzt.

Ref.: E. Düll.

**70. R. Beck** (in Freiberg i. S.): **Die Nickelerzlagerstätte von Sohland a. d. Spree und ihre Gesteine** (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1903, 55, 296—330).

**A. Dieseldorff** (in Dresden-Plauen): **Berichtigung einiger Angaben des Herrn R. Beck über „Die Nickelerzlagerstätte von Sohland a. d. Spree und ihre Gesteine“** (Ebenda. Briefl. Mitteilgn. S. 43).

Die neu entdeckte Nickelerzlagerstätte liegt in dem »Äußerst-Mittel-Sohland« genannten Teile der Ortschaft Sohland a. d. Spree an der Grenze der sächsischen Lausitz gegen Böhmen. Der dynamisch stark beeinflusste Lausitzer Granit wird daselbst von zahlreichen Diabasgängen durchsetzt (vorherrschend Biotit-Proterobas, der auch in seinem Salbande Erz führt; daneben beträchtliche Partien Biotit-Diabas). Untergeordnet findet sich eine sehr basische spinellreiche und korundhaltige *Li*- und *F*-freie Ausscheidung mit viel *K*-haltigem *Fe-Mg*-Glimmer, *Na*-reichem Plagioklas, farblosem Klinopyroxen, Rutil, Zirkon, Ilmenit und secundärem Kupferkies, welche abweichende Partien mit Rutil, Anatas, Crossit ähnlichem Amphibol, grünem Klinopyroxen, Korund und Zirkon, ferner Plagioklas, grünen Spinell, roten Granat (spec. Gew.  $> 3,2$ ), Diopsid (spec. Gew.  $> 3,2$ ) und Sillimanit einschließt. Der Sillimanit in Knollen eines spinell- und sapphirhaltigen Sillimanitgesteins, u. a. in einer faustgroßen Masse inmitten einer sehr erzeichen Partie des Proterobases, ist von einer dunkel schmutzigrünen (mikroskopisch ganz schwach olivgrünen) Zone einer Modification des



gleichen Minerals durchzogen. Eine scharfe zickzackförmige Grenzlinie trennt die verschiedenfarbigen Teile des Sillimanitbüschels. Die Sapphire der Knollen stimmen mit denen in Sillimanitausscheidungen rheinischer Basalte<sup>1)</sup> überein. Die Spinell- und Korundbildung wird auf einen Thonerdeüberschuß im Magma zurückgeführt.

*Ni*-haltiger derber Magnetkies überwiegt an Menge alle Erze des Proterobases. Er kommt körnig- und blätterig-krystallinisch vor, enthält viel Kupferkies und Proterobasgemengteile, ist meist stark magnetisch und zersetzt sich an feuchter Luft ziemlich rasch zu Limonit unter Vitriolausblühung. Seine Zusammensetzung ist

	nach Schiffner:	nach E. Kupffer:
<i>Fe</i>	56,0	54,50
<i>Ni</i>	6,0	5,52
<i>Co</i>		0,46
<i>Cu</i>	0,4	0,70
<i>S</i>	36,4	37,08
<i>Sb</i>	—	Spur
<i>Ag</i>	Spur	—
Rückstand	nicht bestimmt	2,00
	98,5	99,96

Kupferkies, feinkörnig, nie wohlkrystallisiert, gewöhnlich in Magnetkies eingesprengt, führt dieselben Einschlüsse wie dieser. Im eisernen Hut geht er in Malachit, Azurit und Kupferpecherz über. Um feinkörnige Pyritaggregate liegen mitunter rings ausgebildete Kryställchen {100}.

Die Erzführung des Proterobasganges beschränkt sich soweit bekannt auf eine Zone, die der Granitgrenze entlang 2,5 m Mächtigkeit erreicht. Zwischen dem etwas mit Erz imprägnierten Granit und dem Erzmittel findet sich ein milder Besteg.

In der entsprechend *Ni*- und *Cu*-ärmer werdenden Übergangszone gegen den tauben Proterobas wird die Erzimprägation allmählich geringer und tritt gern peripherisch um kugelige Absonderungsformen des Gesteines auf.

In einer Kluft zwischen eisernem Hut und unzersetztem Erzkörper findet sich bröckeliger secundärer Kupferglanz mit Fragmenten von Proterobas-silicaten und Einschlüssen *Ni*-haltigen Magnetkieses. Eine Probe enthielt 52,8 *Cu*, 16,3 *Fe*, 2,4 *Ni*, 0,0008 *Ag*, 30,2 *S*, demnach etwa 65% Kupferglanz und 35% Magnetkies. Verf. deutet die Genesis dieses Erzes nach der Theorie von C. R. van Hise, S. F. Emmons und W. H. Weed ( $Cu_2SO_4 + Fe_6S_7 + 22O = Cu_2S + 6FeSO_4 + SO_2$ ).

Makroskopische Beobachtungen ergeben, daß die Erze erst nach der Magma-erstarung im Proterobas Platz nahmen, zunächst Flächen geringsten Widerstandes, zarte Klüfte und sphärische Absonderungsrisse besetzten und von hier aus sich ausbreiteten. Aus der mikroskopischen Untersuchung des Erzmittels ergibt sich folgendes: Die Sulfide haben primäre Gemengteile räumlich ersetzt; sie sind vergesellschaftet mit secundärem Aktinolith und Chlorit; sie bevorzugen Stellen von besonders weit vorgeschrittener Zersetzung des Gesteins; sie sind an keines der Teilmagmen des vorherrschenden Proterobases ausschließlich gebunden. Die Einwanderung des Erzes muß auf wässerigem Wege erfolgt sein, nach vorausgegangener partieller Corrosion der primären Silicate unter Neubildung von

1) Vergl. diese Zeitschr. 41, 346.



Aktinolith, Chlorit, Talk und Serpentin. Metallhaltige Thermen, die im Bereiche des Proterobassalbandes emporstiegen und dem Proterobas-Magmaherde entstammten, ätzten demnach primäre Proterobassilicate hinweg und schieden Sulfide, wie auch veränderte Silicate aus. Die Vererzung des Proterobases wäre also ein letzter Nachklang der diabasischen Eruption, ähnlich der aus thermalen und pneumatolytischen Nachwirkungen granitischer Intrusionen erklärten Bildung von Zinnerzgängen. Gegen eine Lateralsecretion aus absteigenden Tagwässern spricht die Beschränkung des Erzvorkommens auf die Salbandregion, ebenso wie die Corrosionserscheinungen an den primären Proterobasgemengteilen.

Der Inhalt der oben genannten »Berichtigung« ist größtenteils persönlicher Art und bemängelt im übrigen die Annahme eines ausgedehnteren erzführenden Salbandes.

Ref.: E. Düll.

**71. W. Salomon (in Heidelberg): Der Zechstein von Eberbach und die Entstehung der permischen Odenwälder Manganmulme** (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1903, 55, 449—431).

Verf. fand in der Grenzregion zwischen Zechstein und Buntsandstein Zechsteinfossilien, die ohne jede Formänderung in Manganmulm übergegangen waren. Einzelne Zechsteindolomitschichten gehen ohne Volumänderung in Manganmulme über. Verf. hält mit Andreae die Mulmbildung für eine Pseudomorphosierung des Dolomites; die Herkunft des Mangans aus dem Buntsandstein scheint — entgegen Andreaes Ansicht, aber im Einklang mit Chelius' und Delkeskamp's Anschauung — ausgeschlossen zu sein. Von Sauer beobachtete Manganabsätze der Badener Thermen, die Paragenesis der Manganerze mit *As*-, *Zn*-, *Cu*-, *Co*- und *Ni*-Verbindungen führen unter Berücksichtigung der örtlichen geologischen Verhältnisse zu dem Schlusse, die *Mn*-Lösungen seien in der Tertiärzeit als Thermalwässer emporgestiegen und haben sich unter undurchlässigem untersten Buntsandstein horizontal ausgebreitet, so allmählich Teile des Zechsteindolomites pseudomorph ersetzend.

Eine im Manganbergwerke des Mausbachtales bei Heidelberg beobachtete Quellsaltung geschichteter Mulme spricht für eine Volumvermehrung beim Übergange von *MnCO*<sub>3</sub> in Mulm.

Ref.: E. Düll.

**72. E. Semper (in Saarbrücken): Über die Salpeterablagerungen in Chile** (Ebenda. Monatsber. S. 33—35).

**C. Ochsenius (in Marburg): Salpeterablagerungen in Chile** (Ebenda. Briefl. Mitteiln. S. 35).

Semper constatiert in den Provinzen Tarapacá und Antofagasta auf geologisch sehr jungen Geröllen liegende, mit Salpeter und seinen Begleitsalzen verkittete Conglomerate (Jod und Sulfate sind daselbst stark verbreitet, Phosphate und Natriumcarbonat fehlen), ferner Imprägnationen der Verwitterungsrinde mesozoischer Eruptivgesteine, sodann Ausfüllung schlauchförmiger Hohlräume im Jurakalk durch salpeterreiche Salzgemenge, schließlich sekundäre Oberflächenabscheidungen auf Salzsteppen, die von höher gelegenen Salpeterlagern Sickerwässer empfangen. Gelegentlich einer Kritik der bisherigen Theorien über die Bildung der Salpeterlager erwähnt Verf. Ausscheidungen von hyalitischer Kieselsäure auf der Oberfläche der Salpeterfelder.

Anknüpfend an Sempers Ausführungen teilt Ochsenius mit, daß Caliche

aus Tarapacá 0,3 % Calciumphosphat enthält; besonders phosphatreich ist das Hangende der Nitratabetten von Taltal, das Liegende ist phosphorsäurefrei. Die ungleichmäßige Verteilung des geringfügigen Phosphatgehaltes spricht gegen dessen Herkunft aus zersetztem Apatit der Andengesteine. Es müßten sonst alle aus deren Verwitterung hervorgegangenen Schichten Phosphat enthalten. Als Hauptquelle des Salpeterstickstoffes bezeichnet C. Ochsenius salpeterhaltigen Guano, der auf stagnierende, mutmaßlich sodahaltige Laken vom Litoral hergeweht, allenfalls Anstoß zur Verwandlung von Luftstickstoff in Nitrosäure gegeben hat.

Ref.: E. Düll.

**73. H. Lotz** (in Berlin): **Über das Asphaltvorkommen von Ragusa in Sicilien, Prov. Siracus** (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1903, 55. Monatsber. S. 36).

Verf. hält das parallel großen Verwerfungen verlaufende Vorkommen (87 %  $\text{CaCO}_3$  mit durchschnittlich 10 % Bitumen, z. Z. wichtigster Rohstoff zu Stampfasphalt) für sekundär und schließt auf das Emporsteigen gasförmiger oder flüssiger Kohlenwasserstoffe längs Spalten.

Ref.: E. Düll.

**74. E. Zimmermann** (in Berlin): **Anhydrit mit Karrenoberflächen** (Ebenda. Monatsber. S. 70).

Der Witterung seit rund 70 Jahren ausgesetzte Anhydritstücke von einer Halde bei Lengefeld unweit Sangerhausen in Thüringen zeigen keinerlei Gypskruste, nur kleine Mengen zusammengespülter Gypserde zwischen und unter sich. Die frei liegenden Oberflächen bieten das Aussehen verkarsteten Kalksteins oder Gypses dar. Die Vergypfung von Anhydrit geht also in unserem Klima verhältnismäßig langsam vor sich. 0,5 mm nicht erreichende frische Anhydritkryställchen bedecken reichlich die Stücke. Obgleich man an Neubildungen denken möchte, hält Verf. die Kryställchen für eine Art ursprünglicher porphyrischer Einsprenglinge, die durch Erosion herauspräpariert wurden, in gleicher Weise, wie die bis 1 cm großen Rhomboëder fast farblosen Dolomites im selben Anhydrit.

Ref.: E. Düll.

**75. K. Gagel** (in Berlin): **Geologische Beobachtungen auf Madeira** (Ebenda. Monatsber. S. 117—122).

Zersetztes beauzitähnliches Gestein im O. der Insel bei Caniçal zeigt auf Fugen und Klüften Ausscheidungen von Eisenhydroxyden; die Spalten und Klüfte des die kraterartigen Ringe daselbst umgebenden frischen Basaltes sind mit einer weichen weißlichen Masse wasserhaltigen *Al-Silicates* (Myelin?) erfüllt, wohl infolge von Fumarolentätigkeit. Essexite, Alkaligranite und Sodalithsyenite, wie auch trachydoleritische und basanitische Ergußgesteine der Insel sind durch einen Gehalt an Natronhornblenden (Katophorit) ausgezeichnet.

Ref.: E. Düll.

**76. A. Jentzsch** (in Berlin): **Die Verbreitung der bernsteinführenden „blauen Erde“** (Ebenda. Monatsber. S. 122—130).

Durch eine Bohrung bei Nuskern (5,6 km s.ö. des Cranzer Seebades, im Meridian von Königsberg) wurde in 47—48 m Tiefe »blaue Erde« mit Bernstein durchsunken als Glied einer 20 m mächtigen Tertiärscholle zwischen

kalkhaltigen Diluvialschichten. Damit erweitert sich das samländische Verbreitungsgebiet der blauen Erde erheblich nach Osten.

Ref.: E. Düll.

**77. J. Meyer (in Breslau): Über die Umwandlung polymorpher Substanzen** (Zeitschr. f. anorg. Chemie 1903, 33, 140—148).

Aus den Tatsachen, daß die Löslichkeit einer Substanz in bestimmter Beziehung steht zur Lösungswärme, daß ferner die Lösungswärmen polymorpher Modificationen verschieden sind und ihre Differenz gleich der Umwandlungswärme ist, leitet Verf. eine der Kirchhoffschen Formel für die Wärmetönung bei der Auflösung eines Salzes analoge Beziehung ab. Aus ihr folgt: 1. das Verhältnis der Concentrationen einer Lösung und der Dampftensionen muß für die beiden Formen dasselbe sein. 2. Bei constanter Temperatur ist diese Constanz unabhängig vom Lösungsmittel. 3. Das Verhältnis der Löslichkeiten ist nur in sehr geringem Grade vom Drucke unabhängig.

Verf. prüft diese Beziehung an reinem Schwefel in Lösung von Chloroform, Benzol und Äther. Die Löslichkeitsbestimmungen des rhombischen Schwefels wurden bei 25,1° und 13,3° durch Auflösen bis zur Sättigung, Abkühlen und Auskrystallisierenlassen einer bei höherer Temperatur hergestellten Lösung ausgeführt. Die Löslichkeit des monoklinen Schwefels wurde nur durch vorsichtiges Abkühlen einer heißgesättigten Lösung bestimmt, welche zufolge der Ostwaldschen Regel zuerst die labile, monokline Form ausscheidet. Die Ergebnisse faßt Verf. in folgenden Sätzen zusammen: Monokliner Schwefel ist in Chloroform, Benzol und Äther löslicher als rhombischer. Das Verhältnis der Löslichkeiten ist bei constanter Temperatur constant und unabhängig vom Lösungsmittel. Der natürliche Logarithmus des Quotienten der Löslichkeit stimmt mit dem aus der Umwandlungswärme berechneten Werte angenähert überein.

Ref.: H. Steinmetz.

**78. F. W. Küster (in Clausthal): Über das Wesen des metastabilen Zustandes** (Ebenda 363—368).

Übersättigte Lösungen, welche sich bei Ausschluß von Keimen der übersättigten Phase beliebig lange ohne Ausscheidung halten, befinden sich nach Ostwald im metastabilen Zustande. Um diesen Zustand von dem der noch concentrteren, labilen Lösungen, welche trotz Keimausschluß spontan krystallisieren, zu unterscheiden, macht Verf. folgende Überlegung: Die Löslichkeit verschieden feiner Pulver eines Körpers ist bis zu einer Korngröße von ca. 2  $\mu$  constant. Bei noch kleineren Teilchen steigt sie ganz beträchtlich bis zu einem Maximalwerte, der erreicht wird, wenn das Pulver aus lauter »Primitivkrystallen« besteht. Darunter versteht Verf. diejenigen auf mechanischem Wege herstellbaren kleinsten Teilchen, welche keine Verkleinerung mehr ohne Zerstörung des für den Krystall charakteristischen Raumbitters erleiden können.

Das Gebiet der metastabilen Lösung ist begrenzt von der gewöhnlichen Löslichkeit grober Krystalle und der der Primitivkrystalle. Für einen Krystallsplitter wird eine solche Lösung also übersättigt sein, für einen Primitivkrystall dagegen ungesättigt. Da aber jede spontane Krystallisation logischer Weise mit einem Primitivkrystalle beginnen muß, so kann eine metastabile Lösung nicht anders als durch einen Krystallsplitter zum Krystallisieren gebracht werden.

In einer im Durchschnitt für Primitivkrystalle gesättigten Lösung wird infolge der auch in Gasen nie vorhandenen absolut gleichen Concentration an

einigen Punkten Übersättigung, und damit Ausscheidung von Primitivkrystallen eintreten, welche aus dem gleichen Grunde weiterwachsen können. Eine derartige Lösung wird also spontane Krystallisation zeigen.

Verf. weist darauf hin, daß seine Theorie experimentell zu prüfen ist, da Stoffe, welche die complicirtesten Primitivkrystalle besitzen, auch am leichtesten metastabile Lösungen bilden müssen.

Ref.: H. Steinmetz.

**79. W. Meyerhoffer** (in Berlin): **Über tetragene Doppelsalze, mit besonderer Berücksichtigung des Kainits** (Zeitschr. f. anorg. Chem. 1903, **34**, 145).

Tetragene, d. h. (mit Ausschluß von Krystallwasser) sich aus vier Elementen oder Radicalen zusammensetzende neutrale Doppelsalze stellen nach Ansicht des Verfs. nur einen Phasencomplex aus drei Componenten dar. Für ein derartiges Salz kommen mindestens zwei, möglicherweise aber auch drei Bildungstemperaturen in Betracht. Kainit  $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$  hat nur zwei Bildungstemperaturen: über  $85^0$  ist er nicht mehr existenzfähig, bei Gegenwart von Carnallit  $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6aq$  sinkt diese Grenze auf  $76^0$ .

Unter »Charakteristik der Lösungen« versteht Verf. die Beziehungen, welche sich zwischen den Zusammensetzungen der Lösungen und der Art ihrer Bodenkörper ableiten lassen, wenn auch die Zusammensetzung der Lösungen noch nicht bekannt ist. Am Beispiele des Kainits wird dieser Satz näher ausgeführt.

Ferner wird die »Polytherme« des Kainits entwickelt, d. h. die Darstellung der Gleichgewichtsverhältnisse bei variabler Temperatur (Gegensatz: Isotherme). Aus ihr ergibt sich, daß Kainit außer den beiden Hauptbildungstemperaturen bei  $76^0$  und  $85^0$  noch zwei secundäre Bildungspunkte bei tieferer Temperatur hat. Diese Eigenschaft muß nicht jedem tetragenen Doppelsalze zukommen.

Von den beiden Schreibweisen des Kainits:  $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$  und  $MgSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$  gibt Verf. der ersten den Vorzug, da sie das Verhalten des Kainits in wässriger Lösung am besten wiedergibt, und auch durch Tensionsverhältnisse gestützt wird.

Kainit hat sich wahrscheinlich secundär durch Einwirkung der Tageswässer auf die Salzlager gebildet. Ob auch das sogenannte »Hartsalz«, ein Gemenge von etwa  $20\%$   $KCl$ ,  $30-40\%$   $ClNa$ , ebensoviel Kieserit,  $3-8\%$   $CaSO_4$  und sehr wenig  $Cl_2Mg$ , durch rasche Auslaugung von Carnallit und Kieserit entstanden ist, scheint noch fraglich.

Zum Schlusse folgt noch eine Besprechung der Technologie der Kainits an der Hand der Polytherme.

Ref.: H. Steinmetz.

**80. H. Steinmetz** (in München): **Krystallform von Ammonium- und Kaliumvanadylrhodanid** (aus: J. Koppel und R. Goldmann, Verbindungen des vierwertigen Vanadiums. II. Ebenda **36**, 284—304).

Ammoniumvanadylrhodanid  $VdO \cdot (CNS)_4(NH_4)_2 \cdot 3H_2O$ .

Rhombisch.  $a : b : c = 0,994 : 1 : 0,607$ .

Comb.:  $m\{110\}$ ,  $r\{104\}$ .

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$*89^0 30'$	—
$m : r = (110) : (104)$	69 50	$69^0 4'$
$r : r = (104) : (\bar{1}04)$	$*64 0$	—

Keine deutliche Spaltbarkeit



Kaliumvanadylrhodanid  $VdO.(CNS)_4K_2.5H_2O$ .

Rhombisch.  $a:b:c = 0,9163:1:0,5469$ .

Comb.:  $m\{110\}$ ,  $r\{101\}$ ,  $q\{011\}$ .  $q$  ist immer nach der Axe  $b$  hemimorph ausgebildet.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m:m = (110):(1\bar{1}0) = 85^0 0'$		—
$m:r = (110):(110) = 67 52$		—
$r:r = (101):(101) = 61 32$		$61^0 28'$
$q:q = (011):(0\bar{1}1) = 60$	appr.	$57 22$

Ref.: H. Steinmetz.

81. F. M. Jaeger (in Zaandam): Krystallform des Baryumsilicates  $BaSiO_3.6aq$  (aus: J. M. van Bemmelen, Die Absorption, 8. Abhdlg. Zeitschr. f. anorg. Chem. 1903, 36, 380—402).

Die Krystalle sind nur  $5-120\mu$  groß; konnten daher nur unter dem Mikroskope gemessen werden.

Rhombisch bipyramidal.  $a:b = 1,022:1$ .

Beobachtete Formen:  $c\{001\}$ ,  $a\{100\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $b\{010\}$  (?).

	Gemessen:	Berechnet:
$m:a = (110):(100) = 55^0 50'$		—
$m:m = (110):(1\bar{1}0) = 68 3$		$68^0 20'$
$m:b = (110):(010) = 34 17$		$34 10$

Die Krystalle spalten nach  $\{110\}$ ,  $\{100\}$  und  $\{011\}$ .

Schwache Doppelbrechung.

Verf. weist auf das auffallend ähnliche Axenverhältnis des Enstatits,  $a:b = 1,031:1$ , hin und schließt, daß »der Eintritt des Wassermolekülgitters« in das Gitter des Silicates nur eine geringe Abstandsänderung der Moleküle in den Richtungen  $a$  und  $b$  bewirken.

Ref.: H. Steinmetz.

82. G. Tammann (in Göttingen): Über den Einfluß des Druckes auf die Umwandlungstemperatur des Eisens (Ebenda 37, 448—454).

Reines Eisen absorbiert bei  $770^0$  Wärme ohne merkliche Volumenänderung und verliert seine Magnetisierungsfähigkeit; das » $\alpha$ -Eisen« hat sich in » $\beta$ -Eisen« umgewandelt.  $\beta$ -Eisen absorbiert bei  $890^0$  nochmals Wärme und geht unter Volumcontraction in » $\gamma$ -Eisen« über. Da diese Umwandlungen reversibel sind, so läßt sich der Einfluß des Druckes auf die Umwandlungstemperatur nach der Formel von Clausius-Clapeyron berechnen. Bei der Umwandlung von  $\beta$ - in  $\gamma$ -Eisen ergibt sich mit dem Werte  $\Delta_v$  (Volumenänderung) von Le Chatelier das Verhältnis  $\frac{dT}{dp}$  zu  $-0,009$  Celsiusgrade kg pro  $1\text{ cm}^2$ , mit  $\Delta_v$  von Charby und Grenet zu  $-0,0029$ .

Bei der Umwandlung von  $\alpha$ - in  $\beta$ -Eisen wird, da sich diese Umwandlung ohne merkliche Volumenänderung vollzieht, auch das Verhältnis  $\frac{dT}{dp} = 0$ , d. h. die Temperatur der Umwandlung ist innerhalb eines gewissen Druckintervalles vom Drucke unabhängig.

Aus beiden  $\frac{dT}{dp}$ -Werten  $-0,009$  und  $0,0000$  läßt sich durch (geradlinige)



Extrapolation ein Schnittpunkt der beiden Umwandlungscurven bei  $770^{\circ}$  unter dem Drucke von  $12000 \text{ kg pro } 1 \text{ cm}^2$  ableiten.

Ein steigender Kohlenstoffgehalt erniedrigt die Umwandlungstemperaturen des Eisens und macht die vollständigen Gleichgewichte des reinen polymorphen Eisens zu unvollständigen, da sie nunmehr nicht nur von Druck und Temperatur, sondern auch von der Concentration des Kohlenstoffes unabhängig sind. Aus dem Diagramm sei kurz folgendes mitgeteilt:  $0,3\%$  Kohlenstoff im  $\gamma$ -Eisen bringt dieselbe Umwandlung von  $\gamma$ - in  $\alpha$ -Eisen hervor wie  $12000 \text{ kg Druck}$ .  $0,85\%$  iger Martensit (Lösung von Kohlenstoff in  $\alpha$ -Eisen) spaltet sich abkühlend bei  $690^{\circ}$  in reines Eisen und Graphit, und zeigt hierbei ein Maximum an Wärmetönung und Volumenänderung. Die genauere Berechnung des Druckeinflusses auf die Martensitspaltung ist mangels der nötigen experimentellen Daten nicht möglich.

Bei einem Zusatz von  $40\text{--}100\%$  Nickel bleibt die Umwandlungstemperatur unabhängig vom Drucke.

Da die Umwandlungstemperatur von  $\alpha$ - und  $\beta$ - in  $\gamma$ -Eisen sowohl durch Zusatz anderer Elemente als durch Druck erniedrigt wird, befindet sich das Eisen in schon verhältnismäßig geringer Tiefe in nicht magnetisierbarem  $\gamma$ -Zustande.

Ref.: H. Steinmetz.

**83. B. Rathke** (in Marburg): **Nochmals das Schwefel-Selen** (Ber. d. d. chem. Ges. 1903, **36**, 594—599).

Ringer (Zeitschr. anorg. Chem. 1902, **32**, 183; diese Zeitschr. Ref. 1905, **40**, 606) und Muthmann haben behauptet, daß die durch Zusammenschmelzen von Selen und Schwefel, Erkalten der Schmelze, darauffolgenden Erwärmen auf  $400^{\circ}$ , Lösen in Schwefelkohlenstoff und fractionierter Krystallisation erhaltenen monoklinen Krystalle, eine isomorphe Mischung der beiden Elemente darstellen. Dem widerspricht Rathke, da Selen überhaupt in  $\text{CS}_2$  nahezu unlöslich wird, also unter den Versuchsbedingungen kein freies Selen in die Lösung gehen konnte. Ferner wird infolge der sehr verschiedenen Löslichkeit von Selen und Schwefel in  $\text{CS}_2$  gerade eine Trennung dieser Elemente herbeigeführt. Verf. schließt, daß die erwähnten Krystalle aus isomorphen Mischungen von wenigstens zwei  $\text{Se-S}$ -Verbindungen bestehen. Damit stimmt überein, daß Lösungen derartiger Mischkrystalle und Lösungen von einem (den Mengen der Componenten entsprechenden) Gemisch von  $\text{Se}$  und  $\text{S}$  nicht mit einander identisch sind.

Ref.: H. Steinmetz.

**84. O. B. Bøggild** (in Kopenhagen): **Messung des Kaliumplatinbromürs  $\text{K}_2\text{PtBr}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$**  (aus: Einar Biilmann und A. C. Andersen, über einige Platinverbindungen. Ber. d. d. chem. Ges. 1903, **36**, 1565—71).

Rhombisch.  $a : b : c = 0,60582 : 1 : 0,70499$ .

Beobachtete Formen:  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $e\{011\}$ ;  $c$  fehlt bisweilen.

	Beobachtet:	Berechnet:	Grenzen:	Zahl der Mess.:
$(110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$*62^{\circ}25'$	—	$62^{\circ}22' - 62^{\circ}28'$	7
$(004) : (011)$	$*35 \ 41$	—	$34 \ 57 - 35 \ 35$	12
$(011) : (110)$	$72 \ 34$	$72^{\circ}37\frac{3}{4}'$	$72 \ 5 - 72 \ 35$	4

Farbe fast schwarz; in dünnen Platten tief violettrot; kein Pleochroismus, aber bedeutende Absorptionsunterschiede.

$c = a$  Absorption am stärksten;  $b = b$  Absorption mittelstark;  $a = c$  Absorption am schwächsten.

$a = c$  ist die spitze Bisectrix. Der Krystall ist daher optisch negativ. Der Axenwinkel ist sehr groß.

Die Untersuchung zeigt, daß das Kaliumplatinbromür zwar rhombisch, aber nicht isomorph mit dem analogen Zinnsalz ist.

Ref.: H. Steinmetz.

**85. C. Bodewig** (in Bonn): **Messung von Diphenylaminderivaten** (aus: Otto Schmidt, Physikalisch-chemische Untersuchungen bei organischen Säureamiden. Ber. d. d. chem. Ges. 1903, **36**, 2459—2482).

#### Formyldiphenylamin.

Rhombisch.  $a : b : c = 0,6140 : 1 : 0,2255$ .

Beobachtete Formen:  $b\{010\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $m\{110\}$ .

$(110) : (010) = *58^{\circ}27'$ ;  $(011) : (0\bar{1}1) = *28^{\circ}40'$ .

Parallele Auslöschung auf dem Pinakoïde.

#### Nitrosodiphenylamin.

Monoklin.  $a : b : c = 1,6033 : 1 : 0,9686$ ;  $\beta = 90^{\circ}57'$ .

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $r'\{\bar{1}01\}$ .

$(011) : (0\bar{1}1) = *88^{\circ}40'$ ,  $(100) : (011) = 89^{\circ}40'$ ,  $(100) : (1\bar{1}0) = 58^{\circ}0'$ .

Der Winkel  $(110) : (\bar{1}10)$  ist bei Formyldiphenylamin  $116^{\circ}54'$ , bei Nitrosodiphenylamin ist  $(110) : (1\bar{1}0) = 116^{\circ}0'$ .

Ref.: H. Steinmetz.

**86. F. v. Wolff** (in Berlin): **Messung einer Säure  $C_{20}H_{32}O_3$**  (aus: Otto Diels und E. Abderhalden, über den Abbau des Cholesterins. Ber. d. d. chem. Ges. 1903, **36**, 3477—82).

Tetragonal.  $a : c = 1 : 1,1124$ . Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $o\{111\}$ .

$(111) : (1\bar{1}1) = 106^{\circ}44'$ .

Habitus eines in der verticalen Axe deformierten Rhombendodekaëders. Optisch einaxig, positiv. Vollkommene Spaltbarkeit nach  $a$ . Holoëdrische Ätzfiguren, hervorgerufen mit Ammoniakdämpfen.

Ref.: H. Steinmetz.

**87. Th. Rotarski** (in St. Petersburg): **Über die sogenannten flüssigen Krystalle** (Ber. d. d. chem. Ges. 1903, **36**, 3458—63).

Entgegen der Ansicht O. Lehmanns, daß die zwischen gekreuzten Nicols hell erscheinenden, trüben Schmelzen als »flüssige Krystalle« zu betrachten seien, hat G. Tammann diese Erscheinung als Emulsion, also hervorgerufen von einem inhomogenen Gemenge zweier Stoffe gedeutet. Um Tammanns Erklärung zu stützen, bringt Verf. den Nachweis der Inhomogenität des p-Azoxyanisols, welches er durch Fractionieren in p-Azoanisol und p-Azoxyanisol zerlegen konnte. Die beiden Componenten zeigen nicht die Erscheinung der trüben Schmelze. Bemerkenswert ist, daß diese Trennung nur bei einem Präparate, welches in methylalkoholischer Lösung durch Reduction von Nitroanisol mit Natriummethylat erhalten wurde, gelingt, und nicht an Präparaten, die nach dem Verfahren von R. Schenk, Zeitschr. f. phys. Chem. 1898, **25**, 344; Hulett, ebenda 1899, **28**, 639; Gattermann und Ritschke, Ber. d. d. chem. Ges. 1890, **23**, 1738, dargestellt wurden.

Von p-Azophenetol weist Verf. nach, daß dieser Stoff bei  $158^{\circ}$  zu einer klaren Flüssigkeit schmilzt. Die trübe, von Amerio Betti, *Il nuovo Cimento* 1901, 2, 283, beobachtete Schmelze scheint demnach von ungenügender Homogenität des Präparates verursacht worden zu sein.

Ref.: H. Steinmetz.

**88. Ch. Hollander** (in München): **Messung des ecgoninsäuren Kupfers** (aus: R. Willstätter und Ch. Hollander, *Synthese der Ecgoninsäure*. *Ann. d. Chem.* 1903, **326**, 79—90).

Monoklin.  $a:b:c = 1,9173:1:2$ ;  $\beta = 98^{\circ} 8'$ .

Beobachtete Formen:  $c\{001\}$ ,  $a\{100\}$ ,  $m\{110\}$ . Die Krystalle sind tafelig nach  $c$ .

	Synthetische Säure:	Ecgoninsäure aus Tropin:	Berechnet:
$(001):(100) =$	$81^{\circ} 52'$	$81^{\circ} 34'$	—
$(100):(110) =$	$62^{\circ} 13'$	$62^{\circ} 35\frac{1}{2}'$	—
$(001):(110) =$	$86^{\circ} 23'$	$86^{\circ} 24'$	$86^{\circ} 43'$

Die Messungen beweisen die Identität der beiden Präparate.

Auch die optischen Eigenschaften sind die gleichen: Ebene der optischen Axen ist  $\{010\}$ ; Pleochroismus auf  $\{001\}$ : Farbe parallel der Kante mit  $\{100\}$  smaragdgrün, der mit  $\{010\}$  blaugrün.

Ref.: H. Steinmetz.

**89. A. Fock** (in Berlin): **Messung von  $\alpha$ - und  $\beta$ -Benzylosochinolin  $C_{16}H_{13}N$**  (aus: L. Rügheimer und B. Friling, über  $\beta$ -Benzylosochinolin. *Ann. d. Chem.* 1903, **326**, 264—284, und L. Rügheimer, über  $\alpha$ -Benzylosochinolin, ebenda **328**, 326—334).

$\alpha$ -Benzylosochinolin.

Triklin. Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $n\{1\bar{1}0\}$ . Die meist gelblich gefärbten Krystalle sind meist dicktafelig nach dem Pinakoid  $b$  und etwa 3 mm groß.  $n$  tritt seltener als die anderen Formen auf und zeigt starke Rundung. Auch die übrigen Formen geben meist mehrfache Reflexe.

$$(100):(010) = 68^{\circ} 47', \quad (100):(001) = 81^{\circ} 22', \quad (010):(001) = 85^{\circ} 43', \\ (0\bar{1}0):(1\bar{1}0) = 79^{\circ} 10'.$$

Keine Spaltbarkeit.

$\beta$ -Benzylosochinolin.

Monoklin.  $a:b:c = 1,3934:1:0,7833$ ;  $\beta = 103^{\circ} 49'$ .

Beobachtete Formen:  $a\{100\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $r\{101\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $s\{101\}$ . Die Krystalle sind teils tafelförmig nach  $a$ , teils prismatisch nach der Symmetrieebene und etwa 5 mm groß.  $r$  ist meistens sehr klein,  $s$  fehlt häufig ganz.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(100):(001) =$	$76^{\circ} 44'$	—
$(100):(101) =$	$71^{\circ} 35'$	—
$(110):(1\bar{1}0) =$	$72^{\circ} 56'$	—
$(001):(110) =$	$81^{\circ} 45'$	$81^{\circ} 50\frac{1}{2}'$
$(101):(1\bar{1}0) =$	$79^{\circ} 21'$	$79^{\circ} 40\frac{1}{2}'$
$(100):(101) =$	$50^{\circ} 14'$	$50^{\circ} 29'$

Durch die Flächen  $\{100\}$  und  $\{001\}$  treten optische Axen nicht aus.

Ref.: H. Steinmetz.

**90. A. Schwantke** (in Marburg): **Krystallform des Benzoyl-p-tertiär-amyphenols**  $C_{18}H_{22}O_2$  (aus: R. Anschütz und H. Beckerhoff, über Bildungsweisen von p-Tertiäramyphenol und Tertiäramybenzol. Ann. d. Chem. 1903, 327, 218—227).

Rhombisch.  $a : b : c = 0,6947 : 1 : 1,2226$ .

Beobachtete Formen:  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $o\{122\}$ ,  $s\{142\}$ . Die farblosen Krystalle sind tafelig nach  $\{001\}$ ; die gewöhnliche Combination ist  $\{001\}$  mit  $\{122\}$ . Bei den Krystallen von I. tritt dazu das Prisma  $\{110\}$  und seltener  $\{142\}$ . Keine Spaltbarkeit.

a. Isoamylen: a. p-Tertiäramyylanilin: Berechnet:

$(110) : (\bar{1}10) =$	$*110^0 23'$	—	—
$(122) : (1\bar{2}2)$	$*67 \quad 7$	$67^0 \quad 6,5'$	—
$(122) : (\bar{1}2\bar{2})$	$58 \quad 20$	$58 \quad 23$	$58^0 24\frac{1}{2}'$
$(142) : (1\bar{4}2)$	$42 \quad 9$	—	$42 \quad 11$
$(142) : (\bar{1}42)$	$36 \quad 52$	—	$36 \quad 50,7$
$(122) : (142)$	$48 \quad 55$	—	$48 \quad 52,3$
$(110) : (122)$	$38 \quad 23$	—	$38 \quad 22,8$

Ebene der optischen Axen ist  $\{010\}$ , 1. Mittellinie die Brachydiagonale.

Winkel der optischen Axen in Luft:  $2E_{Li} = 61^0 12'$ ,  $2E_{Na} = 58^0 47'$ ,  $2E_{Ti} = 55^0 47'$ . Die Dispersion der Axen für verschiedene Farben ist also ungewöhnlich groß.

Wie die geometrischen, so sind auch die optischen Eigenschaften bei den beiden Präparaten von verschiedener Herkunft übereinstimmend.

Ref.: H. Steinmetz.

**91. A. Fock** (in Berlin): **Krystallform des Äthyl-allyl-methyl-phenyl-ammoniumjodid**  $C_{12}H_{12}NJ + CHCl_3$  (aus: E. Wedekind, XIV. Mitteilung über das fünfwertige Stickstoffatom. Ber. d. d. chem. Ges. 1903, 36, 3794—96).

Rhombisch-sphenoidisch.  $a : b : c = 0,9415 : 1 : 0,7208$ .

Beobachtete Formen:  $m\{110\}$ ,  $q\{011\}$ ,  $o\{111\}$ . Die stark hygroskopischen, daher schwer meßbaren Krystalle sind meist kurzprismatisch nach der Verticalaxe und etwa bis zu 8 mm groß. Vielfach herrscht auch  $\{011\}$  vor, oder eine Fläche von  $\{011\}$  und eine von  $\{110\}$ , so daß die Individuen eine verzerrte Ausbildung erhalten.  $\{111\}$  tritt an den allseitig ausgebildeten Krystallen stets nur mit der Hälfte der Flächen auf, so daß auf Hemiedrie zu schließen ist.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110) : (1\bar{1}0) =$	$*84^0 42'$	—
$(011) : (0\bar{1}1)$	$*71 \quad 34$	—
$(011) : (110)$	$66 \quad 45$	$66^0 48'$
$(111) : (110)$	$42 \quad 55$	$43 \quad 4$
$(111) : (1\bar{1}0)$	$86 \quad 10$	$86 \quad 8$
$(111) : (011)$	$32 \quad 28$	$32 \quad 41$
$(111) : (0\bar{1}1)$	$74 \quad 50$	$74 \quad 34$

Keine Spaltbarkeit. Ebene der optischen Axen ist  $\{001\}$ , erste Mittellinie die Axe  $a$ . Durch die Prismenflächen tritt je eine optische Axe aus, und zwar am Rande des Gesichtsfeldes in der Richtung zur Axe  $a$ .

Mit diesem Körper ist wahrscheinlich auch Äthyl-allyl-methyl-phenyl-ammoniumbromid  $C_{12}H_{18}NBr + \frac{1}{2}CHCl_3$  isomorph. [? Ref.]

Ref.: H. Steinmetz.

## Berichtigungen und Ergänzungen zum 41. Bande.

Seite 62 Zeile 5 v. u. lies: »die spezifischen Gewichte wurden an den aus den Schmelzmassen (erhalten durch Zusammenschmelzen des amorphen Wolframat mit Chlornatrium) isolierten Krystallen bestimmt« statt »an den geschmolzenen Salzen«.

- 390 Zeile 9 v. o. lies: »nimmt Verf. an« statt »gibt Verf. an«.

- 394. T. M. Lowry, Kampher- $\beta$ -Thiol. Die Angaben sind nach einer Privatmitteilung des Verfs. folgendermaßen zu corrigieren.

Rhombisch.

$$a : b : c = 1,048 : 4 : ?.$$

Beobachtete Formen:  $p\{110\}$ ,  $q\{210\}$ ,  $a\{100\}$ ,  $c\{001\}$ .

	Kanten:	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:
$p : p = (110) : (\bar{1}10)$	$= 46$	$860'49'' - 870'53''$	$*870'22''$	—
$p : a = (110) : (100)$	$4$	$46'41'' - 46'20''$	$46'15''$	$460'49''$
$q : a = (210) : (100)$	$2$	$27'38'' - 27'40''$	$27'39''$	$27'38''$

Auslöschung auf  $p$  parallel, auf  $c$  diagonal. Optische Axenebene parallel  $c(001)$ . Erste Mittellinie senkrecht zu  $a(100)$ .

Seite 392 Zeile 8 v. o. lies: »(110) : ( $\bar{1}$ 10)« statt »(110) : (1 $\bar{1}$ 0)«.

- 392 - 15 v. o. - »Kampherchinon« statt »Kampherchion«.

- 392 - 26 v. o. - »400 34'—400 48'« statt »400 34'—400 38'«.

- 393 - 48 v. o. - »stets genau ein Sauerstoffatom« statt »stets ein Sauerstoffatom«.

- 393 - 4 v. u. - »Metasilicat« statt »Metasilicate«.

- 394 lies ebenso: »Disilicat« und »Trisilicat«.

- 394 unten ist die Stellung von  $Mg$  und  $O$  vertauscht.

- 395 soll in der zweiten Formel ebenso  $Ca$ , nicht  $O$ , zu unterst stehen.

- 395 Zeile 48 v. u. nach »entsprechend der Tatsache« ergänze: »daß nur die Hälfte der  $O$ -Atome durch Wasserstoff zu entfernen sind, und«.

- 395 Z. 45 v. u. muß lauten: »Wasser kann entweder mit einer  $>Si<\overset{O}{O}$ -Gruppe:«.

- 404 Zeile 8 v. o. lies: »Ledbeg« statt »Ledbey«.

- 402 - 44 v. o. - » $\alpha$ « statt » $Z$ « und Zeile 43 lies: » $p$ « statt » $P$ «.

- 403 - 3 und 4 v. l. lies: » $v$  und  $\alpha$ « statt » $V$  und  $Z$ «.

- 405 - 14 v. o. lies: »der Leitstrahl der Schlagfigur liegt in der Symmetrieebene und ist senkrecht zur optischen Axenebene«.

- 405 - 49 v. o. - »Ätzfiguren mit  $HF$ « statt » $HJ$ «.

- 406 - 6 v. o. - »(Geol. Survey of Canada f. 1900 (erschieden 1903), 13, R, 44—44)«.

- 407 - 22 v. o. - » $C_{10}H_{18}O$ « statt » $C_{10}H_{15}O$ «.

- 408 - 3 v. o. - »nicht leicht festzustellen« statt »nicht festgestellt«.



# Autorenregister.

	Seite
A. Abraham s. G. Cesàro.	
G. d'Achiardi, Analysen von einigen italienischen Bauxitmineralien . . . . .	261
— einige Beobachtungen über den Quarz von Palombaia (Elba) . . . . .	262
— die Krystallformen des Magnetkieses von Bottino . . . . .	262
— Krystallformen des Cadmiums . . . . .	263
— die Bildung des Magnesit auf der Insel Elba. 4. Grube von Grotta d'Oggi (San Pietro in Campo) . . . . .	264
V. Albansky, krystallographische Untersuchung von Xanthogensaurederivaten.	191
C. Anderson, über ein mit Montmorillonit verwandtes Mineral von Exeter, Neu-Süd-Wales . . . . .	406
V. Arschinoff, über die Krystallform und einige optische Eigenschaften des Bornylxanthogensäureäthyläthers $C_{10}H_{17}OCSSC_2H_5$ . . . . .	188
E. Artini, mineralogische Notizen über das Sassinatal . . . . .	266
A. Ashe, die Photographie der Hohlräume in Mineralien, sowie die Bestimmung der Condensationstemperatur der darin enthaltenen Gase . . . . .	404
G. F. Barker, Radioactivität von Thoriummineralien . . . . .	194
T. V. Barker, einige Quarzkrystalle von de Aar (Kapkolonie) und anderen Fundorten . . . . .	420
H. Barschall s. J. H. van't Hoff.	
H. Baumhauer, über Flächenentwicklung und Krystallstructur des rhombischen Schwefels und des Anatas . . . . .	523
E. Baur, über die Bildungsverhältnisse von Orthoklas und Albit . . . . .	292
R. Beck, die Nickelerzlagstätte von Sohland a. d. Spree und ihre Gesteine. . . . .	681
F. Becke, das Zwillingsgesetz des Dolomits . . . . .	486
— Orthoklaskrystalle aus dem Quarzporphyr der Val Fioriana . . . . .	491
— über Bestimmung der Dispersion der Doppelbrechung . . . . .	493
J. Beckenkamp, über einen Fund von gediegenem Eisen . . . . .	681
J. Behr, Beiträge zu den Beziehungen zwischen eutropischen und isomorphen Substanzen . . . . .	666
G. T. Beilby, über das Fließen der Oberflächenschicht in krystallinischen festen Körpern bei mechanischer Störung . . . . .	389
— die Wirkung von Wärme und Lösungsmittel auf dünne Metallhäuten . . . . .	390
— über eine körnige und spießige Structur bei festen Körpern. . . . .	399
J. Bellingier, Bemerkungen über die Mangan- und Eisenerzvorkommen bei Niedertiefenbach im Lahntal. . . . .	652
— über die Entstehung der Mangan- und Eisenerzvorkommen bei Niedertiefenbach im Lahntal . . . . .	652
A. Bergeat, einige weitere Bemerkungen über die Producte des Ausbruches am S. Maria in Guatemala . . . . .	642
— die Producte der letzten Eruption am Vulkan S. Maria in Guatemala . . . . .	642
W. Bergt, über einige sächsische Minerale . . . . .	678
S. Bertolio, über die Pegmatitgänge von Piona und das Vorkommen von Beryll darin. . . . .	257
F. Berwerth, der meteorische Eukrit von Peramiho . . . . .	512
E. Billows, vergleichende krystallographische Untersuchung über einige organische Verbindungen. . . . .	273
M. Blankenhorn, über das Vorkommen von Phosphaten, Asphaltkalk, Asphalt und Petroleum in Palästina und Ägypten . . . . .	655

	Seite
W. C. Blasdale, Krystallform des Ceropten ( $C_9H_9O_2$ ) <sub>n</sub> . . . . .	199
C. Bodewig, Messung von Diphenylaminderivaten . . . . .	689
G. Boeris, Notizen über die Mineralogie Piemonts . . . . .	260
— Idokras vom Berge Pian Real . . . . .	265
O. B. Boeggild, über einige Mineralien aus dem Nephelinsyenit von Julianehaab, Grönland . . . . .	426
— Messung des Kaliumplatinbromür $K_2PtBr_{4.2}aq$ . . . . .	688
— über einige Mineralien aus dem Nephelinsyenit von Julianehaab, Grönland . . . . .	426
A. Borel, über die magnetische Drehung der Polarisationssebene im Quarz . . . . .	408
V. L. Borgström und V. Goldschmidt, Krystallberechnung im triklinen System, illustriert am Anorthit. Hierzu Taf. I und 43 Textfiguren . . . . .	63
L. H. Borgström, die Meteoreisen von Hvittis und Marjalahti . . . . .	513
W. Borodowsky, über die Abhängigkeit der Krystallisationsgeschwindigkeit von der Temperatur bei Stoffen, die eine geringe Krystallisationsgeschwindigkeit haben . . . . .	294
H. L. Bowman, die Brechungsindices von Pyromorphit, Mimetesit und Vanadinit . . . . .	419
— einige seltene Calcitzwillinge von Somerset . . . . .	420
D. B. Brace, über ein Spectropolariskop mit empfindlichen Streifen . . . . .	390
R. Brauns, Asche des Vulkanes S. Maria in Guatemala . . . . .	642
W. C. Brögger, über die chemische Zusammensetzung des Xenotim . . . . .	429
P. E. Browning und C. P. Flora, über Cerichromat . . . . .	192
L. Brugnatelli, Hydromagnesit und Artinit von Emarese (Aostatal) . . . . .	257, 644
— über Artinit, ein neues Mineral der Asbestgruben von Val Lanterna (Veltlin) . . . . .	644
A. Brunhuber s. E. Weinschenk.	
G. Bruni und M. Padoa, neue Untersuchungen über die festen Lösungen und den Isomorphismus . . . . .	252
— über die Beziehungen zwischen den Eigenschaften verschiedener Körper als kryoskopische Lösungsmittel und ihren Krystallisationsconstanten . . . . .	254
L. Bucca, der Thulit in den krystallinischen Schiefern der Monti Peloritani . . . . .	260
Y. Buchholz, der Wassergehalt des Kupferuranits . . . . .	646
H. Bücking, die Porphyroidschiefer und verwandte Gesteine des Hinter-Taunus . . . . .	678
A. Bygdén, Analysen einiger Mineralien von Gellivare Malmberg . . . . .	429
R. Canaval, Bemerkungen über das Eisenglanzvorkommen von Waldenstein in Kärnten . . . . .	674
E. Casoria, über die Mineralisierungsprozesse der Gewässer in Beziehung auf die geologische Natur des Erdbodens und der Gesteine . . . . .	275
— analytische Untersuchung der Producte der letzten vesuvischen Eruptionen . . . . .	276
L. Cayeux, über das Vorkommen makroskopischer Albitkrystalle in den triasischen Dolomiten von Kreta . . . . .	470
G. Cesàro und A. Abraham, der Göthit. — Über irrtümlich zum Limonit gestellte Hydroxyde . . . . .	440
G. Cesàro, über eine merkwürdige, durch gleitenden Druck hervorgerufene Orientierung . . . . .	444
— Plasticität des Natriumnitrats . . . . .	442
F. Cirkel, Vorkommen und Gewinnung von Asbest in Canada . . . . .	633
O. Cleve, einige neue Mineralvorkommen am Ural . . . . .	485
E. Cohen, das Meteoreisen von Millers Run bei Pittsburgh und Nickelsmaragd auf Rostrinde von Werchne Dnieprowsk . . . . .	513
H. F. Collins, das Wollastonitgestein der Santa Fé-Mine im Staate Chiapas, Mexico, und seine Begleitmineralien . . . . .	425
L. Colomba, Chloromelanit und chloromelanitoidische Pyroxene . . . . .	272
— Zeolithe der Kronprinz Rudolf-Insel . . . . .	279
A. K. Coomaraswamy, Beobachtungen über den Tíree-Marmor . . . . .	386
— ein Vorkommen von Korund in situ bei Kandy, Ceylon . . . . .	398
— s. G. T. Prior.	
F. Cornu, neue Mineralfunde . . . . .	487
— Zeolithvorkommen des böhmischen Mittelgebirges . . . . .	493

	Seite
A. C. Cumming, Coorangit, ein südaustralischer Elaterit . . . . .	407
R. Delkeskamp, über die Krystallisationsfähigkeit von Kalkspat, Schwespat und Gyps bei ungewöhnlich großer Menge eingeschlossenen Quarzsandes . . . . .	673
C. Doelter, Beziehungen zwischen Schmelzpunkt und chemischer Zusammensetzung der Mineralien . . . . .	494
— der Monzoni und seine Gesteine. II. Teil . . . . .	507
— Adaptierung des Krystallisationsmikroskopes zum Studium der Silicateschmelzen . . . . .	672
— Krystallisationsgeschwindigkeit und Krystallisationsvermögen geschmolzener Mineralien . . . . .	649
E. Döhl, über neue Pseudomorphosen: Quarz nach Pyrrhotin, Markasit nach Rutil, Limonit nach Quarz . . . . .	507
G. C. Donington s. T. M. Lowry.	
C. W. Dickson, Notiz über die Beschaffenheit des Platins in den Nickel-Kupfererzen von Sudbury . . . . .	492
— die Erzlagerstätten von Sudbury, Ontario . . . . .	202
A. Dieseldorff, Berichtigung s. R. Beck.	
J. A. Disch, über die Beziehungen zwischen natürlicher und elektromagnetischer Rotationsdispersion . . . . .	343
H. Dufet, über die kristallographische Rechnung (eine neue Methode) . . . .	404
— kristallographische Notizen, 44. Reihe . . . . .	472
— Beschreibung eines Eisenglanzkrystalles . . . . .	478
— Krystallform und optische Eigenschaften des Baryumbromides . . . .	479
L. Duparc und F. Pearce, über den Soretit, einen neuen Amphibol aus der Gruppe der gemeinen Hornblenden . . . . .	404
L. Duparc, die Platinlagerstätten des Ural . . . . .	408
— s. L. Mrazek.	
A. S. Eakle, Palacheit . . . . .	499
— über die Identität von Palacheit und Botryogen . . . . .	499
C. F. Eichleiter s. C. v. John.	
E. Eichwald s. R. Schenk.	
N. N. Evans, gediegenes Arsen von Montreal . . . . .	494
— Hornblendeanalyse . . . . .	498
H. Everding, das Schwespatvorkommen am Rösteborg und seine Beziehung zum Spaltennetz der Oberharzer Erzgänge . . . . .	653
E. Farup s. J. H. van't Hoff.	
J. Fišer s. F. Slavík.	
E. v. Fedorow, das Sygonieellipsoid ist das Trägheitsellipsoid der kristallinen Substanz. Mit 2 Textfiguren . . . . .	454
— zur Beziehung zwischen Krystallographie und Zahlenlehre . . . . .	462
— Krystallisation des Quercit und Calcit. Mit 4 Textfiguren . . . . .	455
— der einfachste Beweis des zur Bestimmung der Hauptstructurarten dienenden Satzes . . . . .	478
C. P. Flora s. P. E. Browning.	
W. Florence, über Stolzit und Scheelit von Marianna de Itacolumy im Staate Minas Geraës (Brasilien) . . . . .	648
A. Fock, Krystallform des Athyl-allyl-methyl-phenyl-ammoniumjodids $C_{12}H_{12}NJ$ + $HCO_3$ . . . . .	694
— Messung von $\beta$ - und $\alpha$ -Benzylisochinolin $C_{16}H_{13}N$ . . . . .	690
F. Focke, über den als Desmin angesehenen Albit von Schlaggenwald . . . .	497
S. di Franco, kristallographische Untersuchung des Eisenglanzes vom Atna . .	258
G. Friedel, über ein Calciumaluminat . . . . .	484
J. Frieser, Kalkuranit von Schlaggenwald . . . . .	486
J. Fromme, Minerale aus dem Radautale, u. a. Pyknochlorid, eine neue Chloritart . . . . .	484
K. Galal, geologische Beobachtungen auf Madeira . . . . .	684
P. Gaubert, über einige Eigenschaften des Heulandit . . . . .	403
A. Geiger, künstliche Darstellung des Krugits . . . . .	672
D. Gernez, über die Form des Quecksilberjodids bei seiner Ausscheidung aus Lösungen . . . . .	469
F. Giesel, über den Emanationskörper aus Pechblende und über Radium . . .	300
W. B. Giles, Bakerit (ein neues Calciumborosilicat) und Howlit aus Californien	424

	Seite
V. Goldschmidt und Fr. E. Weight, über Ätzfiguren, Lichtfiguren und Lösungskörper mit Beobachtungen am Calcit . . . . .	524
V. Goldschmidt s. L. Borgström.	
J. G. Goodchild, Beiträge zur Mineralogie Schottlands . . . . .	400
— über einfachere Methoden in der Krystallographie . . . . .	404
— über einige Pseudomorphosen nach einem Kalknatronfeldspat . . . . .	402
— die Geognosie der Turmaline Schottlands . . . . .	402
— über die Eisenerze Schottlands . . . . .	402
Th. von Görecki, die Magnetisenerzlagertstätten der Hütte »Nikolajewski Zawod« im Gouv. Irkuck, Westsibirien . . . . .	654
J. Göbl, Pseudomorphose von Quarz nach Kalkspat oder Dolomit . . . . .	500
W. Graichen, die Newlands Diamantminen, Südafrika . . . . .	639
L. C. Graton und W. T. Schaller, über Purpurit, ein neues Mineral . . . . .	433
K. Grossmann und J. Lomas, über die Entstehung und die Formen des Rauheifs . . . . .	399
P. Groth, über krystallographische Symbole . . . . .	95
F. Haag, Notiz zu dem Aufsätze von K. Lippitsch, Stereometrie hemiedrischer Formen des regulären Systems (diese Zeitschr. 41, 434) . . . . .	480
W. Hammer, über die Pegmatite der Örtler Alpen . . . . .	507
F. L. Hann, Apatitkrystalle von Antwerp, New York . . . . .	497
A. Hantzsch, über das Verhalten von Natriumsulfat in wässriger Lösung . . . . .	294
E. Harbort, zur Frage nach der Entstehung gewisser devonischer Roteisenerzlagertstätten . . . . .	626
J. Härhager, das Eisensteinvorkommen bei Neumarkt in Obersteier . . . . .	504
B. J. Harrington, über die Zusammensetzung einiger canadischer Amphibolite — über die Formel des Bornit . . . . .	493 494
K. v. Haßlinger und J. Wolf, über die Entstehung von Diamanten aus Silicatschmelzen . . . . .	544
W. P. Headen, mineralogische Notizen . . . . .	203
O. Hecker, petrographische Untersuchung der Gabbrogesteine des oberen Veltlin . . . . .	635
Fr. Heineck, die Diabase an der Bahnstrecke Hartenrod-Übernthal bei Herborn . . . . .	634
E. Henning s. L. Holborn.	
M. Herschkowitsch, über die Umwandlung des Bergkrystalles in den amorphen Zustand . . . . .	298
L. Hezner, ein Beitrag zur Kenntnis der Eklogite und Amphibolite mit besonderer Berücksichtigung der Vorkommen des mittleren Otztales . . . . .	496
T. Hiki, über die Allanitkrystalle vom Hiei-Berge . . . . .	673
V. H. Hilton, eine Analyse der auf die Krystallographie anwendbaren 32 endlichen Bewegungsgruppen . . . . .	461
F. Hinden, neue Reactionen zur Unterscheidung von Calcit und Dolomit . . . . .	673
C. Hlawatsch, zwei krystallisierte Hüttenproducte von Beraun . . . . .	498
— eine merkwürdige Hornblende aus dem Gabbrodiorit von Jablanica . . . . .	498
— Absorptionsspectrum $\delta$ und $\epsilon$ des Alexandrit . . . . .	499
— Titanit von Moos im Passeier . . . . .	499
— ein Chabasitvorkommen von Predazzo . . . . .	499
J. H. van't Hoff und G. Just, der hydraulische oder sogenannte Estrichgyps . . . . .	667
J. H. van't Hoff, Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen . . . . .	668
— und H. Barschall, die isomorphen Mischungen Arkanit, Aphtalose und Natronkalisimonit . . . . .	668
— G. Just, die untere Temperaturgrenze der Bildung von Vanthoffit bei 460 . . . . .	670
— und W. Meyerhoffer, die obere Existenzgrenze von Schonit, Magnesiumsulfathepta- und -hexahydrat, Astrakanit, Leonit und Kainit bei Anwesenheit von Steinsalz . . . . .	670
— und E. Farup, das Auftreten der Kalksalze Anhydrit, Glauberit, Syngenit und Polyhalit bei 250 . . . . .	671
G. C. Hoffmann, mineralogische Notizen . . . . .	406
A. Hofmann, vorläufiger Bericht über turmalinführende Kupferkiese vom Monte Mulatto . . . . .	673
— über den Pyrolusit von Narysov . . . . .	674
L. Holborn und E. Hennig, über die Ausdehnung des geschmolzen Quarzes . . . . .	283



	Seite
T. H. Holland, die Glimmervorkommen von Indien . . . . .	403
— über die Constitution, Entstehung und Entwässerung des Laterit . . .	397
Ch. Hollander, Messung des eegoninsäuren Kupfers . . . . .	690
R. Hollmann, über die Maxima und Minima der Spaltungscurven wasserhaltiger Mischkrystalle . . . . .	293
W. B. Holmes s. O. A. Smith.	
G. B. Hogenraad, über eine Eisenrose vom St. Gotthard . . . . .	673
J. C. W. Humfrey, die Wirkung einer Spannung auf die krystallinische Structur des Blei . . . . .	388
E. Hussak, über den Raspit von Sumidouro, Minas Geraes (Brasilien) . . .	647
A. Hutchinson, chemische Zusammensetzung und optische Eigenschaften des Chalybit aus Cornwall . . . . .	408
— über Diathermansie des Antimonit . . . . .	423
P. Ites, über die Abhängigkeit der Absorption des Lichtes von der Farbe in krystallisierten Körpern . . . . .	302
F. M. Jaeger, über die Identität des Hallstädter Simonyits mit dem Astrakanit . . . . .	488
— krystallographische Untersuchungen an einer Reihe organischer Verbindungen . . . . .	662
— Krystallform des Baryumsilicates $BaSiO_3 \cdot 6aq$ . . . . .	687
G. S. Jamieson, über Awaruit, eine natürliche Eisen-Nickellegierung . . . .	457
— s. S. L. Penfield.	
H. C. Jenkins, über ein interessantes Vorkommen von Gold in Victoria . . .	407
A. Jentsch, die Verbreitung der bernsteinführenden blauen Erde . . . . .	684
S. Jerschoff, krystallographische Beschreibung einiger Thymolderivate . . .	189
A. Johnsen, über Zwillingsbildung . . . . .	522
— die anomalen Mischkrystalle . . . . .	524
— Bittersalzzwillinge nach {440} . . . . .	648
— ein neues Mischungsglied der $MgCO_3$ -Reihe . . . . .	640
C. v. John und C. F. Eichleiter, Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der k. k. geologischen Reichsanstalt, ausgeführt in den Jahren 1904—1903	504
J. Joly, eine verbesserte Vorrichtung für verticale Beleuchtung mit polarisiertem Lichte . . . . .	403
G. Just s. J. H. van't Hoff.	
S. Kalischer, über die krystallinische Structur der Metalle . . . . .	313
P. Kaufmann s. O. W. Müller.	
H. Graf Keyserling, der Gloggnitzer Korallenstein, ein feinkörniger Ortho-Riebeckitgneis . . . . .	489
J. Knett, Quarz von Aich und Karlsbad . . . . .	645
R. Koechlin, über Zirkon . . . . .	492
E. Kohler, Adsorptionsprozesse als Factoren der Lagerstättenbildung und Lithogenese . . . . .	632
C. F. Kolderup, die Labradorfelse des westlichen Norwegens . . . . .	345
W. König, Doppelbrechung in Glasplatten bei statischer Biegung . . . . .	288
J. Königsberger, über Quarz als Reflexionsnormale . . . . .	344
— über Absorption und Reflexion bei Metallsulfiden und -oxyden und die Gültigkeit der Maxwellschen Beziehungen . . . . .	344
P. Krusch, Beitrag zur Kenntnis der nutzbaren Lagerstätten Westaustraliens .	636
G. F. Kunz, über einen neuen lilagefärbten durchsichtigen Spodumen . . . .	495
— Californit (Vesuvianit) . . . . .	496
— Wismut und Wismutocker von Pala, Californien . . . . .	497
N. Kurnakoff und N. Podkopajeff, über die chemische Zusammensetzung von Kobalterz aus Neu-Caledonien und Nischnij Tagil (Ural) . . . . .	489
F. W. Küster, über das Wesen des metastabilen Zustandes . . . . .	684
A. Lacroix, über den Plumasit, ein Korundgestein . . . . .	402
— über die Lagerstätte von Chalcedon und verkieseltem Holz der Insel Martinique . . . . .	403
— über die Umwandlung eines Insektes in Numeait . . . . .	406
— über einige in den Ruinen von Saint-Pierre (Martinique) beobachtete Fälle von Endomorphie . . . . .	406
— der Cordierit in den Eruptivproducten der Montagne Pelée und in der Soufrière von Saint-Vincent . . . . .	407
— über eine neue Mineralart . . . . .	407



A. Laeroix, Beobachtungen über die Krystallisation erhitzten Zinks in den Brandruinen von Saint-Pierre, Martinique . . . . .	482
F. E. E. Lamplough, über einige neue Formen an Proustite . . . . .	417
V. v. Lang, krystallographische Untersuchung organischer Körper . . . . .	509
A. C. Lawson, Plumasit, ein Oligoklas- und Korund-haltiges Gestein . . . . .	499
M. Lechner, neue Funde aus Böhmen . . . . .	486
O. Lehmann, plastische, fließende und flüssige Krystalle; erzwungene und spontane Homöotropie derselben . . . . .	289
A. Leick, über künstliche Doppelbrechung und Elasticität von Gelatineplatten . . . . .	309
J. Lenarčič, über gegenseitige Löslichkeit und Ausscheidungsfolge der Mineralien im Schmelzflusse . . . . .	650
W. J. Lewis, Notizen über Mineralien aus der Gegend von Binn in der Schweiz . . . . .	446
K. Lippitsch, Stereometrie hemiedrischer Formen des regulären Systems. Hierzu Taf. II. . . . .	434
— das hexagonale Skalenöder und seine ihm ein- und umschriebenen Rhomboëder vom volumetrischen Standpunkte . . . . .	299
G. Linck, die Bildung der Oolithe und Rogensteine . . . . .	633
A. Liversidge, über die Meteoriten von Boogaldi, Barratta, Gilgoi und Eli Elwah . . . . .	407
Lücke, Opal in der Gegend von Dillenburg . . . . .	656
A. von Loehr, ein neues Spessartinvorkommen . . . . .	494
L. Loewe, über secundäre Mineralbildung auf Kalisalzlagern . . . . .	638
L. Lomas s. K. Grossmann.	
B. Lotti, über das Bauxitlager von Colle Carovenzi, nahe Pescosolido (Bez. Lora) . . . . .	279
H. Lotz, über das Asphaltvorkommen von Ragusa in Sicilien, Prov. Siracus . . . . .	684
D. Lovisato, Chrysokoll und Vanadinit aus der Kupfergrube Bena Padru, nahe Ozieri . . . . .	253
— der Greenockit in den Gruben von Montevecchio . . . . .	256
T. M. Lowry und G. C. Donington, über Kampher- $\beta$ -Thiol . . . . .	394
— krystallographische Notizen über einige Kampherderivate . . . . .	392
D. A. Macalister, über Zinn und Turmalin . . . . .	396
W. Mackie, eine schnelle und leichte Methode für die Bestimmung spezifischer Gewichte . . . . .	399
E. Manasse, die Gesteine der Insel Gorgona . . . . .	263
C. Marie und R. Marquis, über den Zustand des Natriumsulfats in Lösung. . . . .	296
R. Marquis s. C. Marie.	
G. Medanich, Beiträge zur experimentellen Petrographie . . . . .	626
J. Melion, neuer Fundort von Beryll bei Zöptau-Petersdorf . . . . .	486
G. Meslin, über die Messung des Dichroismus der Krystalle . . . . .	470
St. Meunier, über einen bemerkenswerten Fall von spontaner Krystallisation des Gypses . . . . .	408
A. B. Meyer, zur Nephritfrage . . . . .	679
J. Meyer, über die Umwandlung polymorpher Substanzen . . . . .	684
W. Meyerhoffer, über Reifcurven . . . . .	297
— s. J. H. van't Hoff.	
— über tetragene Doppelsalze, mit besonderer Berücksichtigung des Kainits . . . . .	686
A. H. Miers, über die Verwendung von Glimmer (Fuchsit) in der Ornamentik der Alten . . . . .	419
F. Millosevich, über eine merkwürdige Combination der Cölestinkrystalle von Cà Bernardi bei Bellisio . . . . .	271
— einige Beobachtungen über den grünen Anglesit von Montevecchio (Sardinien) . . . . .	272
J. C. Moberg, das Kaolinvorkommen von Ifö . . . . .	429
J. Morozewicz, über zwei neue, dem Pyrophyllit analoge Mineralverbindungen . . . . .	487
L. K. Moser, Manganerzvorkommen von Kroglje bei Dolina in Istrien . . . . .	507
R. J. Moss, über eine Doppleritprobe aus Irland . . . . .	403
L. Mrazek und L. Duparc, über die Brauneisensteinlagerstätten des Bergrevieres von Kisel im Ural (Kreis Solikamsk, Gouv. Perm). . . . .	504
— s. W. Teissyre.	
O. Mügge, die regelmäßigen Verwachsungen von Mineralien verschiedener Art . . . . .	628
E. C. Müller, optische Studien am Antimonglanz . . . . .	345

	Seite
W. Müller und P. Kaufmann, über die Löslichkeit von Ammoniumnitrat in Wasser zwischen 420 und 400 . . . . .	292
G. Murgoci, rumänische Bernsteinlagerstätten, nebst Anmerkungen über die fossilen Harze: Succinit, Romanit, Schraufit, Simetit, Birmit usw. und über ein neues fossiles Harz von Olanesti . . . . .	318
— Mineralien aus der Dobrudscha . . . . .	430
S. Nakamura, über das Gesetz der Lichtgeschwindigkeit in Turmalin . . . . .	304
G. B. Negri, krystallographische Untersuchung des Carborundums . . . . .	269
V. Neuwirth, der Epidot von Zöptau in Mähren. . . . .	673
— über einige interessante Epidotkrystalle von Zöptau . . . . .	500
A. Nold, Grundlagen einer neuen Theorie der Krystalstructure. Dritte Abhandlung. Mit 2 Textfiguren . . . . .	329
V. Novarese, der Bauxit in Italien . . . . .	653
C. Ochsenius, blaues Steinsalz . . . . .	646
— Glaubersalzschiechten im Adschidarja . . . . .	632
— Salpeterablagerungen in Chile. . . . .	683
F. Osmond und G. Cartaud, über die Meteoreisen . . . . .	170
G. de Angelis d'Ossat, das Zinnerberlager in der Nähe von Saturnia (Provinz Grosseto) . . . . .	279
M. Padoa, neue Untersuchungen über die festen Lösungen und den Isomorphismus . . . . .	253
— s. G. Bruni.	
Ch. Palache und H. O. Wood, krystallographische Untersuchung des Millerit. Mit 8 Textfiguren . . . . .	4
C. M. Palmer, Chrysokoll; ein merkwürdiger Fall von Hydratisation . . . . .	193
U. Panichi, die Homologie und die zonale Krystallographie. . . . .	280
J. Park, Notizen über das Vorkommen von gediegen Blei zu Parapara, Collingwood . . . . .	407
H. B. Patton, Dolomit und Calcit von Ouray, Colorado . . . . .	203
F. Pearce, über die optischen Erscheinungen der Krystalle im convergenten polarisierten Lichte. Mit 7 Textfiguren . . . . .	113
— s. L. Duparc.	
S. L. Penfield und G. S. Jamieson, über Tychit, ein neues Mineral vom Boraxsee in Californien, seine künstliche Darstellung und seine Beziehungen zum Northupit . . . . .	235
R. A. F. Penrose, die Zinnerzlagertstätten der Malayischen Halbinsel . . . . .	197
K. Petrasch, Beiträge zur experimentellen Petrographie . . . . .	636
E. v. Pickard, die molekulare Verminderung der Krystallisationsgeschwindigkeit durch Zusatz von Fremdstoffen . . . . .	291
M. v. Pisani, über Dielektricitätsconstanten fester Körper. . . . .	314
F. Pockels, über die Änderung der Lichtfortpflanzung in Kalkspat durch Deformation . . . . .	285
N. Podkopajeff s. N. Kurnakoff.	
O. Pohl, über Turnerit und Anatas von Prägratten in Tirol . . . . .	497
S. Consiglio Ponte, mineralogische Untersuchung der Blöcke, welche vom centralen Krater des Ätna beim Ausbruch 1879 ausgeworfen wurden. . . . .	259
S. Popoff s. W. Vernadsky.	
— über Rapakiwi aus Südrüßland . . . . .	431
II. Preiswerk, die metamorphen Peridotite und Gabbrogesteine in den Bündnerschiefern zwischen Visp und Brig (Wallis). . . . .	677
G. T. Prior, über einen Zusammenhang zwischen Molekularvolumen und chemischer Zusammensetzung bei einigen krystallographisch ähnlichen Mineralien . . . . .	409
— und A. K. Coomaraswamy, Serendibit, ein neues Borosilicat von Ceylon . . . . .	411
— über Mineralien in Gesteinen aus Britisch-Ostafrika . . . . .	412
W. Prinz, über einen Stern-Smaragd von Muso . . . . .	111
B. Rathke, nochmals das Schwefel-Selen . . . . .	688
T. T. Read, vorläufige Notiz über die seltenen Metalle der Erze von der Rambler-Mine, Wyoming . . . . .	495
K. A. Redlich, Turmalin in Erzlagertstätten . . . . .	499
— die Walchen bei Öblarn. Ein Kiesbergbau im Ennstal . . . . .	500

	Seite
K. A. Redlich, die Kupferschürfe des Herrn Heraeus in der Veitsch . . . . .	504
— über das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der steirischen Alpen . . . . .	504
— geologisch-bergmännische Karten mit Profilen von Raibl nebst Bildern von den Blei- und Zinkerzlagern in Raibl . . . . .	504
— über das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der steirischen Alpen . . . . .	503
E. Rewutzky, der Calamin aus der Grube Pervoblagodatny am Ural . . . . .	488
Th. W. Richards und R. Cl. Wellis, Neubestimmung der Umwandlungstemperatur des Natriumsulfates . . . . .	295
A. Ries, über einige Salze der Chlor-, Brom- und Jodsäure . . . . .	243
— das krystallinische Gebirge am Donaurande des bayerischen Waldes . . . . .	681
C. Rimatori, über den wismuthaltigen Bleiglanz von Rosas (Sulcis) und Blendenden von verschiedenen sardinischen Fundorten . . . . .	254
— das Fahlerz der Grube von Palmavexi (Sardinien) . . . . .	255
F. Rinne, Pleochroismus des grünen Mikroklins . . . . .	647
— Verwandtschaft von Bromradium und Brombaryum . . . . .	643
— Beitrag zur Kenntnis der Umformung von Kalkspatkrystallen und von Marmor unter allseitigem Druck . . . . .	625
A. F. Rogers, Bildung von Mineralien aus vergrabenen chinesischen Münzen des siebenten Jahrhunderts . . . . .	497
— Krystallform des p-Aminobenzonitrils $C_6H_4.NH_2.CN$ . . . . .	498
Th. Rotarski, über die sogenannten flüssigen Krystalle . . . . .	300, 689
G. Rüetsch, zur Kenntnis des Rofnagesteines . . . . .	677
H. Rubens, Versuche mit Reststrahlen von Quarz und Flußspat . . . . .	343
A. Rzehak, barytführende Septarien im Alttertiär der Umgebung von Saybusch in Westgalizien . . . . .	506
A. Sachs, über Anpassungserscheinungen bei Karlsbader und Bavenoer Verwachsungen des Kalifeldspats . . . . .	679
— Apatit von Grube Prinzenstein bei St. Goar, Rheinpreußen . . . . .	646
— Kalinatronglimmer als Drusenmineral in Striegau . . . . .	647
R. v. Sahmen und G. Tammann, über das Auffinden von Umwandlungspunkten mit einem selbstregistrierenden Dilatographen . . . . .	283
W. Salomon, der Zechstein von Eberbach und die Entstehung der permischen Odenwälder Manganmulme . . . . .	683
J. Samojloff, die Turjiterze Rußlands . . . . .	656
— über die Beziehung zwischen Spaltbarkeit und Habitus der Krystalle . . . . .	183
S. Sano, Notiz über Magnetisierung kubischer Krystalle . . . . .	340
E. Scacchi, Krystallformen einiger Imide der Phtalsäuren . . . . .	268
W. T. Schaller, über Dumortierit. Mit 3 Textfiguren . . . . .	19
— Spodumen von San Diego County, Californien . . . . .	204
— Mineralien von Leona Heights, Alameda County, Californien . . . . .	204
— s. L. C. Graton.	
R. Scharizer, Beiträge zur Kenntnis der chemischen Constitution und der Genese der natürlichen Eisensulfate . . . . .	209
K. Scheel, über die Ausdehnung des amorphen Quarzes . . . . .	309
R. Schenck und E. Eichwald, über die flüssigen Krystalle . . . . .	304
A. Schmauß, Notiz zur magnetischen Doppelbrechung . . . . .	288
— über die von Herrn Majorana gefundene Doppelbrechung im magnetischen Felde . . . . .	288
A. Schmidt, tabellarische Übersicht der Mineralien des Fichtelgebirges und des Steinwaldes . . . . .	680
C. Schmidt, über vulkanische Asche, gefallen in San Cristobal L.C. (Sud-Mexico) am 25. October 1902 . . . . .	642
W. Schmidt, Bestimmung der Dielektricitätsconstanten von Krystallen mit elektrischen Wellen . . . . .	284
— Krystallisation im elektrischen Felde . . . . .	340
W. Schottler, Bemerkung über die in San Cristobal am 25. October 1902 gefallene Asche . . . . .	642
R. J. Schubert, zur Geologie des Kartenblattbereiches Benkowac-Nowigrad . . . . .	506
A. de Schulten, Untersuchungen über das Dicalciumphosphat. Künstliche Herstellung des Brushit. Herstellung des Monetit nach einer neuen Methode . . . . .	92

	Seite
A. de Schulten, Untersuchungen über das Dicalciumarseniat. Künstliche Darstellung des Pharmakolith und des Haidingerit . . . . .	93
— Untersuchungen über das Dimagnesiumphosphat und Dimagnesiumarseniat. Künstliche Bildung des Newberyit . . . . .	94
— Untersuchungen über das Trimagnesiumphosphat und -arseniat. Künstliche Darstellung des Bobierit und des Hörnesit . . . . .	96
— künstliche Bildung des Erythrin, des Annabergit und des Chabrerit . . . . .	97
— künstliche Darstellung des Köttigit und des Adamin . . . . .	97
— Untersuchungen über den künstlichen Struvit und Arsenstruvit. Gleichzeitige Darstellung des Struvit und Newberyit, des Arsenstruvit und Rößlerit . . . . .	98
— über den Rößlerit und den Wapplerit. Gleichzeitige Darstellung des Rößlerit und des Pharmakolith . . . . .	99
— künstliche Nachbildung des Baryt, des Cölestin und des Anglesit auf nassem Wege . . . . .	99
— künstliche Nachbildung des Scheelit auf nassem Wege . . . . .	101
— über künstliche Arsenkrystalle . . . . .	101
— über ein Verfahren behufs Krystallisation wenig löslicher Substanzen . . . . .	107
— über die Krystallform der gelben Molybdänsäure . . . . .	171
— über das Doppelarseniat von Ammonium und Calcium . . . . .	172
— Darstellung der krystallisierten wasserfreien Jodate von Baryum und Strontium . . . . .	180
— Darstellung des krystallisierten Mercuriosulfates . . . . .	181
A. Schwantke, Krystallform des Benzoyl-p-tertiäramylphenols $C_{18}H_{22}O_2$ . . . . .	694
M. Schweig, Untersuchungen über Differentiation der Magmen . . . . .	638
J. B. Scrivenor, über den Granit und Greisen von Cligga Head (Cornwall) . . . . .	397
— 1. Anatas in der Trias von Mittelengland. 2. Ein besonderes Vorkommen von Magnetit im oberen Buntsandstein . . . . .	424
E. Semper, über die Salpeterablagerungen in Chile . . . . .	683
M. J. Seymour, Ergänzungen zu dem Verzeichnisse der Mineralien Irlands . . . . .	400
H. S. Shelton, über den Molekularzustand des Borax in Lösung . . . . .	296
H. Siedentopf und R. Zsigmondi, über Sichtbarmachung und Größenbestimmung ultramikroskopischer Teilchen mit besonderer Anwendung auf Goldrubingläser . . . . .	282
C. Simmonds, die Constitution gewisser Silicate . . . . .	393
F. Slavík und J. Fišer, Datolith-unterhalb Listic bei Beraun . . . . .	645
A. Smith und W. B. Holmes, über den amorphen Schwefel . . . . .	292
G. F. Herbert Smith, einige neue Formen am Krennerit . . . . .	413
R. H. Solly, Bleisulfarsenite aus dem Binnentale. Teil IV. Seligmannit; mit einer ergänzenden Notiz über Baumhauerit . . . . .	421
E. Sommerfeldt, einige Anwendungen der stereographischen Projection. Mit 4 Textfigur und Tafel III . . . . .	164
— kettenbruchähnliche Entwicklungen zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens bestimmter Flächencombinationen an Krystallen . . . . .	660
L. J. Spencer, mineralogische Notizen über westaustralische Telluride und die Nichtexistenz von Kallgoorlit und Coolgardit als Mineralspecies . . . . .	413
— Krystallformen von Carbiden und Siliciden von Eisen und Mangan . . . . .	417
A. Speranzki, über die Dampfdrucke in festen Lösungen . . . . .	297
V. Spirek, das Zinnobervorkommen des Amiataberges . . . . .	278
E. J. Spitta, eine Vorrichtung für die Erzeugung monochromatischen Lichtes mittels Kalklicht . . . . .	404
J. E. Spurr, die Bestimmung der Feldspäte im Dünnschliff . . . . .	197
H. Steinmetz, Messung einiger Doppelchloride des fünfwertigen Antimons. Mit 3 Textfiguren . . . . .	481
— Krystallform von Ammonium- und Kaliumvanadylrhodanid . . . . .	686
Alph. Steyer, Mischkrystalle von Quecksilberjodid und Silberjodid . . . . .	295
L. Stibing, über Aurodibenzylsulfinchlorid. Mit 4 Textfigur . . . . .	483
— Cerussit von Riddersk . . . . .	186
— Mischkrystalle $K_2SO_4$ und $K_2CrO_4$ . . . . .	611
W. Stortenbecker, über Lücken in der Mischungsreihe isomorpher Substanzen . . . . .	296
J. Strachan, Notizen über Achate von den Pentland Hills . . . . .	403
Fr. Streintz, das Leitvermögen von Bleiz- und Silberglanz . . . . .	310



	Seite
R. J. Strutt, Fluorescenz einiger Krystalle in den X-Strahlen . . . . .	394
E. Tacconi, über einige Mineralien des Granits vom Montorfano . . . . .	252
— über ein merkwürdiges Mineralvorkommen in der Nähe von Lefte, Provinz Bergamo . . . . .	258
G. Tammann s. R. v. Sahnen. . . . .	
— die Abhängigkeit des Schmelzpunktes beim Glaubersalz vom Druck . . . . .	298
— über den Einfluß des Druckes auf die Umwandlungstemperatur des Eisens . . . . .	687
J. J. H. Teall, über Entdolomitisierung . . . . .	400
W. Teisseyre und L. Mrazek, das Salzvorkommen in Rumänien . . . . .	505
H. Tertsch, optische Orientierung von Feldspäten der Oligoklasgruppe . . . . .	490
G. Tschermak, eine Beziehung zwischen chemischer Zusammensetzung und Krystallform . . . . .	495
— über die chemische Constitution der Feldspäte . . . . .	508
G. Tschernik, Notiz über eine besondere Varietät des Ytthrogranats . . . . .	482
— über die Natur und die chemische Zusammensetzung eines neuen, dem Ansilit ähnlichen Minerals . . . . .	484
— über die Natur und die chemische Zusammensetzung eines im Kaukasus gefundenen Monazitsandes . . . . .	484
P. von Tschirwinsky, über Kieselsäurekugeln in einem Sandstein . . . . .	401
A. E. H. Tutton, die Stellung des Ammoniums in der Alkalireihe. Eine Untersuchung des schwefelsauren und selen-sauren Ammonium-Magnesiums und Ammonium-Zinks. Mit 45 Textfiguren . . . . .	321
— über topische Axen und die topischen Parameter der Alkalisulfate und -selenate. Mit 4 Textfigur . . . . .	381
G. La Valle, krystallographische Untersuchung des Monoacetyl- und Biacetyl-derivates des 4-Amino-6-nitro-1,3-Metaxylens . . . . .	269
W. Vernadsky und S. Popoff, zur Paragenese des Goldes in Siebenbürgen . . . . .	646
Alb. Vesterberg, chemische Studien über Dolomit und Magnesit. Einwirkung von kohlensäuregesättigtem Wasser auf magnesiareiche Kalkalgen . . . . .	430
C. Viola, über bromsaures Silber. Mit 7 Textfiguren . . . . .	470
— ein Wort zur Krystallstructur . . . . .	521
— die Aufgabe der Transformation der Coordinaten in der Krystallographie. Mit 4 Textfigur . . . . .	602
J. H. L. Vogt, die Theorie der Silicatschmelzlösungen . . . . .	304
— die Silicatschmelzlösungen mit besonderer Rücksicht auf die Mineralbildung und die Schmelzpunkterniedrigung. I. Über die Mineralbildung in Silicatschmelzlösungen. . . . .	304
— die regional-metamorphosierten Eisenerzlager im nördlichen Norwegen . . . . .	302
W. Voigt, zur Theorie des Lichtes für active Krystalle . . . . .	305
— über die rotatorischen Constanten der Wärmeleitung von Apatit und Dolomit . . . . .	308
— über spezifische optische Eigenschaften hemimorpher Krystalle . . . . .	309
— Bemerkung zur Magnetisierung kubischer Krystalle . . . . .	340
T. L. Walker, ein Diamantvorkommen im Kalahandistaat in den Centralprovinzen von Indien. . . . .	404
Fr. Wallerant, über den Polymorphismus der Nitate . . . . .	412
— über die Bestimmung der Grundform der Krystalle. . . . .	412
— zur Theorie der Krystallgruppen . . . . .	468
C. H. Warren, mineralogische Notizen . . . . .	495
Fr. E. Weight s. V. Goldschmidt. . . . .	
S. Weidmann, Notiz über den Amphibol-Hudsonit . . . . .	492
E. Weinschenk, über eine Verbesserung an der Polarisatoreinrichtung von Mikroskopen . . . . .	485
— Korund aus Tirol . . . . .	486
— über einen eigenartig ausgebildeten Diopsid von Moravicza (Vasko) aus Ungarn . . . . .	492
— weitere Beobachtungen über die Bildung des Graphits, speciell mit Bezug auf den Metamorphismus der alpinen Graphitlagerstätten . . . . .	654
— und A. Brunhuber, der Weihermühlenberg bei Regenstauf. . . . .	681
P. Weiß, über die neuen magnetischen Eigenschaften des Pyrrhotin . . . . .	440
O. Wenglein, über Perthitfeldspäte . . . . .	680



	Seite
R. Cl. Wells s. Th. W. Richards.	
A. N. Winchell, Notiz über titanhaltigen Pyroxen . . . . .	197
— Synthese des Chalkosins und seine Genesis in Butte, Montana . . . .	202
J. Wolf s. K. v. Haßlinger.	
F. v. Wolff, über zwei mineralogisch interessante Steinbeile. . . . .	640
— Messung einer Säure $C_{26}H_{32}O_3$ . . . . .	689
H. O. Wood s. Ch. Palache.	
R. W. Wood, über Lichtfilter für ultraviolette Strahlen . . . . .	394
V. Worobieff, neues Vorkommen von Prehnit in der Mongolei . . . . .	486
— über einen neuen Euklaskrystall . . . . .	486
G. Wyrouboff, einige Worte in bezug auf die Notiz von Herrn Groth . . .	96
F. Zambonini, einige Beobachtungen über die optischen Eigenschaften des Melanophlogit. . . . .	48
— Beiträge zur kristallographischen Kenntnis einiger anorganischer Ver- bindungen. Mit 6 Textfiguren. . . . .	53
— über eine kristallisierte Schlacke der Seigerhütte bei Hettstedt, nebst Bemerkungen über die chemische Zusammensetzung des Melilith. . .	226
— über den Epidot des Bettolinapasses im Verratale . . . . .	256
— Beiträge zur Mineralogie Piemonts . . . . .	640
P. Zemjatschensky, Hydrogoethit, ein neues Glied in der Reihe der natür- lichen Eisenoxyhydrate . . . . .	187
K. Zimányi, über den Zinnober von Alsósajó und die Lichtbrechung des Zin- nobers von Almaden. Hierzu Taf. IV und V und 4 Textfigur . . . .	439
R. Zimmermann, neue Mineralien aus dem Quarzporphyr von Augustsburg in Sachsen . . . . .	645
E. Zimmermann, Anhydrit mit Karrenoberflächen. . . . .	684
F. Zirkel, über Urausscheidungen in rheinischen Basalten . . . . .	516
R. Zsigmondi s. H. Siedentopf.	

# Sachregister.

## A.

Absorption von Licht in gefärbten Kristallen 302.  
 — und Reflexion bei Metalloxyden und -sulfiden und Gültigkeit der Maxwell'schen Beziehungen 344.  
 Absorptionsmodul 302.  
 Absorptionsspectrum v. Alexandrit 499.  
 Achat v. Pentland Hill 403.  
 p-Acetyl-thymolyl-p-äthylthymolylamin 490.  
 Active Krystalle, Theorie des Lichtes dafür 305.  
 Adamin, künstl. Herstellung 97.  
 Adsorptionsprozesse als Factoren der Lagerstättenbildung und Lithogenesis 652.  
 Adular, Zwillinganpassungserscheinungen 679.  
 Äthyl-allyl-methyl-phenyl-ammoniumjodid 694.  
 Äthylammoniumchloroosmiat, Mess. 477.  
 Äkermanit, künstlich 652.  
 Aktinolith, Visp 677.  
 Ägirin v. Ost-Afrika 442.  
 Albit, Analyse und Constitution 508.  
 —, Ausscheidung aus der Schmelze 634.  
 — u. Orthoklas, Bildungsverhältnisse 292.  
 —, Krystalle in triassischen Dolomiten v. Kreta 470.  
 —, Piemont 644.  
 —, Schlaggenwald 497.  
 —, Schottland 404.  
 —, Südrußland 434.  
 —, Taunus 678.  
 —, Zöptau 676.  
 Alexandrit, Absorptionsspectrum 499.  
 Alingit v. Rumänien 349.  
 Allanit vom Hiei-Berge 673.  
 Alkaliselenate, topische Axen 384.  
 Alkalisulfate, topische Axen 384.  
 Albit 657.  
 — v. Australien 445.  
 Amarantit 240.  
 p-Aminobenzolnitril, Messung 498.

Ammonium, Stellung des A. in der Alkalireihe 324.  
 Ammoniumantimonchlorid, Mess. 482.  
 Ammonium-Calciumarseniat, Darst. u. Mess. 472.  
 Ammoniumeisenchlorid, Mess. 525.  
 Ammoniumjodat, Mess. 248.  
 Ammoniumosmylchlorid, Mess. 475.  
 Ammoniumnitrat, Löslichkeit in Wasser von 420—400 292.  
 Ammoniumosmyloxalat, Mess. 473.  
 Ammonvanadylrhodanid, Mess. 687.  
 Amiant, Zöptau 675.  
 Amphibol, Zusammensetzung canadischen 493.  
 Amphibolgruppe, Schmelzpunktsbeziehungen 494.  
 Amphibol-Hudsonit 492.  
 Amphibolite, Ötztal 496.  
 Analcim, Böhmen 486.  
 Anatas, Flächenentwickl. u. Krystallstruct. 523.  
 —, bayrischer Wald 684.  
 —, Böhmen 486.  
 — v. Mittelengland (Trias) 424.  
 —, Prägratten 497.  
 Andalusit, Schmelzpunkt 492.  
 Andesin, Veltlin 636.  
 Anglesit, künstl. Nachbildung auf nassem Wege, Krystallf. 99.  
 —, grüner von Sardinien 272.  
 Anhydrit, Bildungsverhältnisse 674.  
 — mit Karrenbildung 684.  
 —, Rumänien 506.  
 Ankerit, Nieder-Österreich 502.  
 Annabergit, künstl. Herstellung 97.  
 Anomale Mischkrystalle 524.  
 Anorthit, Analyse und Constitution 508.  
 —, Beispiel trikliner Krystallberechnung 63.  
 —, künstlich 627.  
 —, meteorisch 542.  
 —, Monzoni 507.  
 Anorthoklas, Ferrera 677.  
 Anpassungserscheinungen bei Feldspatzwillingen 679.

Ansilit-ähnliches Mineral, Zusammens. 484.  
 Anthophyllit, Massachusetts 195.  
 Antigorit, Visp 677.  
 Antimon, Brit. Columbia 406.  
 Antimondoppelchloride, Mess. 484.  
 Antimonit, Diathermansie 423.  
 —, opt. Eigenschaften 345.  
 —, Reflexionsvermögen 342.  
 Apatit, rotatorische Wärmeleitung 308.  
 — v. Antwerp, New York, Anal. 197.  
 — im Basalt 517.  
 —, Radautal 485.  
 —, Rheinpreußen 646.  
 —, Zöptau 675.  
 Aphtalose, Isomorphie 668.  
 Apophyllit, Böhmen 493.  
 Aragonit in Basalt 516.  
 —, als Material recenter Oolithe 633.  
 Arithmetische Bestimmung der Elemente  
 (zweikreis. Goniometer) 73.  
 Arkanit, Isomorphie 668.  
 Arsen, gediegen, Arizona 195.  
 — v. Montreal 194.  
 Arsenkies, Nieder-Österreich 502.  
 —, Schottland 402.  
 Arsenkrystalle, künstl. Darstellung und  
 Krystallf. 404.  
 Arsennewberyit 95.  
 Arsenopyrit vom Binnental 446.  
 —, Dobrudscha 430.  
 Arsensaures Ammonium-Calcium, Darstell.  
 u. Mess. 172.  
 Arsenstruvit, Krystallf., künstl. Darstell.,  
 zugleich mit Rößlerit 99.  
 Artinit v. Emarese 257.  
 —, Veitlin 644.  
 Asbest in Canada, Vorkommen und Ge-  
 winnung 653.  
 Asbolit 189.  
 Asche, vulkanische vom St. Maria (Guate-  
 mala) 642.  
 Asphalt und -kalk, Vork. in Palästina  
 und Ägypten 655.  
 —, Ragusa, Sicilien 684.  
 Astrakanit 659.  
 —, Existenzgebiet 670.  
 —, Identität mit Simonyit 488.  
 Ätzfiguren 524.  
 Augit, Ausscheidung aus der Schmelze 654.  
 — im Basalt 517.  
 —, Krystall.-Geschwindigkeit 649.  
 —, künstlich 626, 627.  
 —, Böhmen 486.  
 Aurodibenzylsulfinchlorid, Mess. 483.  
 Ausdehnung von geschmolzenem Quarz 283,  
 309.  
 Ausscheidungsfolge von Mineralien aus dem  
 Schmelzfluß 637, 650.  
 Auswürflinge des Ätna von 1879 259.  
 — des Vesuv 276.  
 Awaruit 457.  
 Axonometrisches Zeichnen in der stereogr.  
 Projectionsebene 464.

p-Azophenetol, flüssige Krystalle 689.  
 p-Azotoluol, Messung 273.  
 p-Azoxyanisol, flüssige Krystalle, Inhomo-  
 genität 689.  
 Azurit an alten Münzen 197.  
 —, Dobrudscha 430.

## B.

Bakerit aus Californien 424.  
 Baryt, alttertiär, Westgalizien 506.  
 — in Basalt 516.  
 —, Krystallisation mit Quarzsand 673.  
 —, künstliche Nachbildung auf nassem  
 Wege u. Krystallf. 99.  
 —, Böhmen 486.  
 —, Dobrudscha 430.  
 —, Oberharz 653.  
 — aus dem Sassinat 266.  
 Baryumbromat, Mess. 667.  
 Baryumbromid, Krystallf. u. opt. Eigen-  
 schaften 179.  
 Baryum-Cadmiumchlorid, Zwillingsgesetz  
 522.  
 Baryumjodat, Mess. 180.  
 Baryumosmyoxalat, Mess. 174.  
 Baryumsilicat  $SiO_3Ba.6aq$ , Mess. 687.  
 Baryumwolframat, Mess. 62.  
 Baumhauerit 424.  
 Basalteinschlüsse 545.  
 Bauxitlager v. Colle, Carovenci 279.  
 Bauxitmineralien, Anal. 264.  
 Bauxit in Italien 655.  
 Benkovac-Novigrad, Geologie von 506.  
 Benzophenon, Krystallisationsgeschwindig-  
 keit 294.  
 Benzoyl-p-tertiäramylphenol 694.  
 Benzylisochinolin,  $\alpha$ - u.  $\beta$ -, Mess. 690.  
 Berechnung der Elemente aus den  $\varphi\varphi$   
 (zweikreis. Gon.) 70.  
 Bergkrystall, Umwandlung in d. amorphen  
 Zustand 297.  
 Bernstein, Rumänien 505.  
 Bernsteinlager, rumänische 348.  
 Beryll v. Piona 257.  
 —, Zöptau 486.  
 Bestimmung der Dielektricitätsconstante in  
 Krystallen 284.  
 Bewegungsgruppen, Analyse der auf die  
 Krystallographie anwendbaren 32 end-  
 lichen B. 464.  
 Beweis des zur Bestimmung der Haupt-  
 structurarten dienenden Satzes 478.  
 Beziehung zwischen chem. Zusammensetz-  
 ung und Krystallform 495.  
 — — Schmelzpunkt u. chem. Zusammen-  
 setzung 494.  
 Biacetyl-4-amino-6-nitro-4,3-metaxylen,  
 Mess. 269.  
 Binnental, Mineralien 416.  
 Biotit in Basalt 518.  
 —, Norwegen 545.  
 Birmit, Rumänien 348.

Bischofit 659.  
 Bittersalzwilling 648.  
 Bitumenkalke, Vork. in Palästina 655.  
 Black-Lake-Thetford, Typus canadischen Asbests 654.  
 Blaues Steinsalz 646.  
 Blei, gediegen; Vork. in Neu-Seeland 407.  
 Blei, Wirkung einer Spannung auf die krystalline Structur 388.  
 Bleibromat, Mess. 667.  
 Bleierze, Oberharz 653.  
 Bleiglanz 653.  
 —, Leitvermögen 340.  
 —, wismuthaltiger von Sardinien 254.  
 Bleiglanzgang aus dem Acquadurotal 266.  
 Bleisulfarsenite vom Binnental 424.  
 Blende, Böhmen 486.  
 Bobierit, künstl. Herstell., Krystallf., Zusammensetzung 96.  
 Böhmen, Mineralien 486.  
 Boothit v. Californien, Mess. 206.  
 Borax, Molekularzustand in Lösung 296.  
 Bornit, Formel 194.  
 Bornyl-Xanthogensäureäthyläther, Krystallf. u. opt. Eigensch. 488.  
 Bornyl-Xanthogensäuremethyläther 488.  
 Botryogen, Identität mit Palacheit 199.  
 Brauneisenerz, Dobrudscha 430.  
 —, Graz 504.  
 Brauneisenerzlager im Ural 504.  
 Braunspat v. Australien 446.  
 Brombaryum u. Bromradium, kryst. Verwandtschaft 643.  
 p-Brombenzoesäuremethylester 665.  
 m-Bromnitrobenzol, Krystallisationsgeschwindigkeit 255.  
 Bromradium u. Brombaryum, krystallogr. Verwandtschaft 643.  
 Bromsaures Baryum, Blei und Strontium, Mess. 667.  
 — Silber, Mess. 470.  
 Brookit, Böhmen 486.  
 Brushit, künstliche Herstellung, Krystallf., phys. Eigenschaften u. Zusammensetzung 92.

## C.

Cadmiumammonchlorid 527.  
 Calamin v. Pervoblagodatny 488.  
 Calaverit v. Australien 443, 657.  
 Calcit, Atz- u. Lichtfiguren, Lösungskörper 524.  
 —, Änderung der Lichtfortpflanzung durch Deformation 285.  
 — in Basalt 546.  
 —, Deformation in allseitigem Druck 625.  
 —, Dielektricitätsconstante 345.  
 —, Krystallisation und oktaedr. Structur 455, 466.  
 —, Krystallisation mit Quarzsand 673.  
 —, als Material fossiler Oolithe 633.  
 —, Unterscheidung von Dolomit 673.  
 —, Böhmen 486.

Calcit v. Colorado 203.  
 —, Dalmatien 506.  
 —, Dobrudscha 430.  
 — v. Leffe 258.  
 —, Mähren 502.  
 —, Mte. Mulatto 674.  
 —, Narysov 674.  
 —, Sachsen 678.  
 Calcitwillinge 420.  
 Calciumaluminat, Darstell. u. Mess. 484.  
 Calcium-Ammoniumarseniat, Darstell. und Mess. 472.  
 Californit, Analyse 496.  
 Canada, Asbestlager 653.  
 Carbide von Eisen und Mangan 447.  
 Carbonatgruppe, neue Mischungsglied 640.  
 Carborundum, Mess. 269.  
 Carnallit 659.  
 Cedarit, Rumänien 349.  
 Cerichromat 192.  
 Ceropten, Mess. 499.  
 Cerussit, Durchkreuzungszwillinge 486.  
 —, Colorado 496.  
 — v. Primaluna 267.  
 —, Schottland 404.  
 Chabasit, Analyse 430.  
 —, Predazzo 499.  
 Chalcodonlager auf Martinique 403.  
 Chalkanthit v. Californien, Mess. 207.  
 Chalkopyrit v. Australien 446.  
 —, Californien, Leona Heights 204.  
 —, Dobrudscha 430.  
 Chalkosin, Synthese u. Genesis 202.  
 Chabrerit, künstl. Herstellung 97.  
 Chalybit, Analyse u. opt. Eigensch. 408.  
 —, Schottland 402.  
 Chemische Verhältnisse bei regelmäßiger Verwachsung von Mineralien 634.  
 — Zusammensetzung und Krystallform, Beziehungen 493.  
 p-Chlorbenzoesäuremethylester 664.  
 4-3-4-Chlordinitrobenzol, Krystallisationsgeschwindigkeit 255.  
 Chlorkampher, Krystallisationsgeschwindigkeit 255.  
 m-Chlornitrobenzol, Krystallisationsgeschwindigkeit 255.  
 Chloromelanit 272.  
 Chromit, meteorisch 544.  
 Chromeisenstein, Canada 654.  
 —, Serbien 502.  
 Chrompicotit, Brit. Columbia 406.  
 Chromsaures Kalium, Mischung mit schwefelsaurem 644.  
 Chrysokoll, Hydratisationsfall 493.  
 —, Bena Padru 253.  
 Cligga Head, Granit u. Greisen 397.  
 Cölestin, künstl. Nachbildung auf nassem Wege u. Krystallf. 99.  
 — v. Cá Bernardi 272.  
 Coloradoit 657.  
 — v. Australien 445.  
 Comptonit, Böhmen 493.

Condensationstemperatur von Gasen in Mineralien, Bestimmung 404.  
 Constitution der Feldspäte 508.  
 — einiger Silicate 393, 692.  
 Convergent polarisiertes Licht, optische Erscheinungen der Krystalle darin 443.  
 Coolgardit 657.  
 — v. Ost-Afrika 443.  
 Coordinaten, Transformation 602.  
 Coorongit, Vork. 407.  
 Copalit, Rumänien 320.  
 Copiapit v. Californien, Anal. 207.  
 Cordierit vom Mont Pelée und von der Soufrière v. Saint-Vincent 107.  
 —, Radautal 485.  
 Cossyrit v. Ost-Afrika 442.  
 Cronstedtit, Böhmen 486.  
 Cuprit an alten Münzen 197.  
 Cuprodescloizit, Colorado 203.

## D.

Dampfdruck in festen Lösungen 297.  
 Datolith, Böhmen 645.  
 Daubréelith, meteorisch 544.  
 Deformation von Calcit und Marmor bei allseitigem Druck 625.  
 Desmin, Anal. 430.  
 —, Schlaggenwald 497.  
 Devonische Roteisenerzlager im Harz, Entstehung 625.  
 Diabase bei Herborn 634.  
 Diallag, Dobrudscha 430.  
 —, West-Norwegen 545.  
 Diamant, Dielektricitätsconst. 345.  
 —, Entstehung aus Silicatschmelzen 544.  
 — in Centralindien 404.  
 Diamantminen, Südafrika 659.  
 Dicalciumphosphat, künstliche Herstellung u. Krystallf. 92.  
 Dicalciumarseniat, künstl. Herstellung u. Krystallf. 93.  
 Dichroismus, Messung des D. in Krystallen 170.  
 Dielektricitätsconstante, Bestimmung in Krystallen 284.  
 — von Ba-Sulfat 285.  
 — von Bleisalzen 285.  
 — von Ca-Carbonaten 285.  
 — von Elementen 285.  
 — fester Körper 344.  
 — von Thalliumsalzen 285.  
 — von Titanoxyden 285.  
 Differentiation der Magmen 638.  
 Dilatograph, selbstregistrierender 283.  
 Dilut gefärbte Krystalle 528.  
 Dimagnesiumarseniat, künstl. Darst. 94.  
 Dimagnesiumphosphat, Zusammensetzung, künstl. Herstell., Krystallf. 94.  
 pp-Dimethylbenzil 275.  
 pp-Dimethylstilben 275.  
 $\alpha$ -Dinaphthostilben 275.  
 Diopsid im Basalt 547.

Diopsid vom Binnental 447.  
 —, Moravicza 492.  
 —, Piemont 642.  
 Dispersion der Doppelbrechung, Bestimmung 493.  
 Disthen, Schmelzpunkt 492.  
 Dithymolylamindiäthyläther 190.  
 Dolomit, Bildung 430.  
 —, rotatorische Wärmeleitung 308.  
 —, Unterscheidung von Calcit 673.  
 —, Zwillingsgesetz 486.  
 — v. Australien 446.  
 — v. Colorado 203.  
 —, Nieder-Österreich 502.  
 —, Visp 677.  
 Doppelbrechung, magnetische 288.  
 — von statisch gebogenem Glas 288.  
 Dopplerit, Irland 403.  
 Dumortierit, chem. Unters. u. Formel 40.  
 —, Historisches 49.  
 —, Beschreibung nordamerikanischen Vorkommens u. Analysen 22—34.  
 —, Krystallf. 34—38.  
 —, physikalische Eigenschaften 38.  
 —, Vorkommen 20—22.  
 Dünnschliff, Bestimmung der Feldspäte 197.

## E.

Econinsaures Kupfer 690.  
 Edenit, Brit. Columbia 406.  
 Eisen, Einfluß des Druckes auf die Umwandlungstemperatur 687.  
 —, gediegen 684.  
 Eisenammoniumchlorid, Mess. 525.  
 Eisenchlorür, Mess. 526.  
 Eisenchlorürammoniumchlorid, Mess. 526.  
 Eisenerz im Lahntal 652.  
 —, Schottland 402.  
 Eisenerzlager bei Neumarkt in Obersteier 504.  
 — im nördlichen Norwegen 302.  
 Eisenglanz vom Ätna 258.  
 — v. Brasilien, Mess. 478.  
 —, Kaukasus 485.  
 —, Monzoni 507.  
 —, Ural 485.  
 Eisenhydroxyde, irrtümlich zum Limonit gestellte 444.  
 —, Madeira 684.  
 Eisenkies, Piemont 642.  
 Eisenrose vom St. Gotthard 673.  
 Eisensulfate, natürliche, Constitution und Genese 209.  
 Eklogite, Ötztal 496.  
 Elaterit 407.  
 Eläolith, Ausscheidung aus der Schmelze 654.  
 Emanationskörper aus Pechblende 300.  
 Enargit, Mexico 426.  
 Endomorphie, Fälle von E. in den Ruinen v. Saint-Pierre 406.  
 Enstatit im Basalt 547.



Enstatit, meteorisch 543.  
 Entdolomitisierung 400.  
 Epidot vom Bettolinapaß 256.  
 —, Dobrudscha 480.  
 —, Piemont 644.  
 — v. Zöptau 500, 675.  
 Epsomit v. Californien, Anal. 208.  
 Erdöl, Rumänien 505.  
 Erikit v. Grönland 426.  
 Erzgänge, Oberharz 653.  
 Erzlager, Alter u. Entstehung in den steirischen Alpen 504, 503.  
 Erlagerstätten v. Sudbury, Ontario 202.  
 Eruptionsproducte vom S. Maria in Guatemala 642.  
 Erythrin, künstl. Herstell. 97.  
 Estrichgyps 667.  
 Evansit 646.  
 Euklaskrystall, Ural 486.  
 Eukrit, meteorischer 542.  
 Eutropie, Beziehung zum Isomorphismus 666.  
 Extinctionscoefficient 303.

## F.

Fahlerz v. Australien 445.  
 — v. Nieder-Österreich 502.  
 — v. Sardinien 255.  
 Fassait, Monzoni 507.  
 Faujasit, Brit. Columbia 406.  
 Fayalit, Ausscheidung aus der Schmelze 654.  
 Felspäte im Basalt 549.  
 —, Bestimmung im Dünnschliff 497.  
 —, chemische Constitution 508.  
 —, künstlich 626, 627.  
 —, optische Orientierung 490.  
 —, Transformation der Coordinaten 607.  
 Feldspatgruppe, Schmelzpunktsbeziehung. 492.  
 Ferriantimonchlorid, Mess. 482.  
 Ferrinatrium 209.  
 Ferromangan 474, 498.  
 Feste Lösungen, Dampfdruck 297.  
 — und Isomorphismus 252, 253.  
 Fichtelgebirgsminerale 680.  
 Flächencombinationen, Wahrscheinlichkeit des Auftretens bestimmter 659.  
 Fluoborate von K u. Rb, Krystallf. 57.  
 —, Isomorphie mit Jodat, Chlorat, Manganat 60.  
 Fluorescenz mit X-Strahlen 394.  
 Fluorit, Dielektricitätsconstante 345.  
 —, Umwandlungstemperatur 284.  
 —, Verh. gegen Reststrahlen 313.  
 —, Böhmen 486.  
 — aus der Dobrudscha 430.  
 —, Montorfano 252.  
 —, Mte. Mulatto 674.  
 —, Sachsen 646, 678.  
 Flüssige Krystalle 289, 300, 304, 689.  
 Formyldiphenylamin, Mess. 689.

Forellenstein v. Gloggnitz 489.  
 Forsterit, Schottland 404.  
 Fuggerit, Monzoni 507.

## G.

Gabbrogesteine des oberen Veltlin 635.  
 Gadolinit, Montorfano 252.  
 Galenit, Dobrudscha 430.  
 —, Mte. Mulatto 674.  
 Gedanit, Rumänien 320.  
 Gehlenit, Monzoni 507.  
 Gelatine, künstl. Doppelbrechung 309.  
 Gelbe Molybdänsäure, Krystallf. 474.  
 Geologische Karten u. Bilder von Raibl 504.  
 Geometrische Verhältnisse regelmäßig verwachsener Mineralien 628.  
 Gersdorffit v. Cortabbio-Faidallo 267.  
 Gesteine v. Gorgona 263.  
 Gismondin, Böhmen 493.  
 Glas, Doppelbrechung bei statischer Biegung 288.  
 Glaserit, Isomorphie 668.  
 Glauberit, Bildungsverhältnisse 659, 674.  
 Glaubersalz, Abhängigkeit des Schmelzpunktes vom Druck 298.  
 Glaubersalzschiefer im Adschidarja 652.  
 Glaukophan 679.  
 Gleitender Druck, Orientierung dadurch 444.  
 Gleitlinien an Blei 388.  
 Glimmer im Basalt 547, 548.  
 —, künstlich 627.  
 —, verwendet bei antiker Ornamentik 449.  
 —, Vorkommen in Indien 405.  
 —, Monzoni 508.  
 —, Mt. Mulatto 674.  
 Glimmergruppe, Schmelzpunktsbeziehung. 494.  
 Goethit, Krystallf., opt. Verhältnisse 440.  
 —, Verhältnis zum Limonit 444.  
 —, Schottland 402.  
 Gold, Paragenese in Siebenbürgen 646.  
 —, Vork. in Victoria 407.  
 — v. Australien 445, 657.  
 Goldrubingläser, Ultramikroskop. 284.  
 Grandidierit, opt. Constanten, Zusammensetzung 407.  
 Granat 657.  
 —, Krystallis.-Geschwindigkeit. 650.  
 —, Böhmen 486.  
 —, Monzoni 507.  
 —, Norwegen 545.  
 —, Piemont 644.  
 —, Radautal 484.  
 —, Sachsen 678.  
 Granatgruppe, Schmelzpunktsbeziehungen 494.  
 Granatit, Piemont 644.  
 Granit v. Montorfano, Mineralien 252.  
 Graphische Bestimmung des Krystallsystems (zweikreis. Gon.) 70.  
 Graphit im Basalt 520.  
 —, Beobachtungen zur Bildung 654.

Graphit, meteorisch 544.  
 —, Piemont 642.  
 Greenockit v. Montevecchio 256.  
 Greisen v. Cligga Head 397.  
 Grossular, Dobrudscha 430.  
 Gyps in Basalt 546.  
 —, Dielektricitätsconst. 345.  
 —, hydraulischer 667.  
 —, Krystallisation mit Quarzsand 673.  
 —, spontane Krystallisation 408.  
 Grundform der Krystalle, Bestimmung 442.

## H.

Habitus der Krystalle, Beziehung zur Spaltbarkeit 483.  
 Hämatit, künstlich 627.  
 —, Reflexionsvermögen 342.  
 —, Dobrudscha 430.  
 —, Kärnten 674.  
 —, Kaukasus 485.  
 —, Narysov 674.  
 —, Schottland 402.  
 —, Ural 485.  
 Hämatitkrystall v. Brasilien, Mess. 478.  
 Haidingerit, künstl. Herstellung, Krystallf., Zusammensetzung 94.  
 Hartsalz, Vorkommen 658.  
 Harz, Erzlager 625, 653.  
 Harze, fossile, Rumänien 348.  
 Hauptstrukturarten, Beweis des zu ihrer Bestimmung dienenden Satzes 478.  
 Häuyn, Schmelzpunkt 494.  
 —, Zersetzbarkeit, Anal. 275.  
 Hedenbergit, Ausscheid. aus der Schmelze 654.  
 Hemihädrische Formen des kubischen Systems, Stereometrie derselben 434.  
 Hemimorphe Krystalle, specifisch-optische Eigenschaften 309.  
 Hessit 657.  
 Heulandit, Absorption des entwässerten Minerals, künstliche Färbung, Absorptionsgeschwindigkeit 403.  
 — der Kronprinz Rudolf-Insel 279.  
 Hexamethylstilben 274.  
 Hisingerit, Fichtelgebirge 680.  
 Hohlräume in Mineralien, Photographie ders. 404.  
 Homologie 280.  
 Homöotropie, erzwungene 289.  
 Hornblende, Anal. 498.  
 — im Basalt 547, 548.  
 —, Dobrudscha 430.  
 —, Jablanica 498.  
 — (Kataphorit) 684.  
 —, grün, Norwegen 545.  
 —, Veltlin 635, 636.  
 Hornblendeglimmerandesit, vulkan. 642.  
 Hörnesit, künstl. Herstell. 97.  
 Howlit aus Californien 424.  
 Hydratisation an Chrysokoll 493.  
 p-Hydratoluol 273.

Hydrogoethit, neue Varietät natürlicher Eisenoxydhydrate 487.  
 Hydromagnetit vom Aostatale 644.  
 — v. Emarese 257, 644.  
 Hypersthen, meteorisch 543.  
 —, vulkanisch 643.  
 —, West-Norwegen 545.  
 Hypersthen-Hornblendeandesit 642.  
 Hudsonit 492.  
 Hüttenproducte, krystallisierte 498.

## I.

Identität v. Palacheit u. Botryogen, Mess. 499.  
 — von Astrakanit u. Simonyit 488.  
 Idokras, Mexico 426.  
 —, Monzoni 507.  
 — vom Pian Real 265.  
 — v. Piemont 260, 644.  
 Ilmenit, Norwegen 545.  
 —, Zöptau 676.  
 Irländische Mineralien 400.  
 Iserin, Schottland 402.  
 Isogyre Curven 443.  
 Isochromatische Curven 443.  
 Isomorphe Substanzen, Lücken in der Mischungsreihe 296.  
 Isomorphie von  $Pt(OH)_6K_2$ ,  $Sn(OH)_6K_2$ ,  $Pb(OH)_6K_2$  57.  
 Isomorphismus, Beziehung zur Eutropie 666.  
 — und feste Lösungen 252, 253.

## J.

Jarosit, Laurion 487.  
 Jodate von Ba u. Sr, Krystallf. 479.  
 Josephinit 459.

## K.

Kadmium, Krystallf. 263.  
 Kainit 659.  
 —, Bildungsverhältnisse 686.  
 —, Existenzgebiet 670.  
 Kalgoorlit v. Australien 443, 446.  
 —, Ost-Afrika 443.  
 Kalinatronglimmer als Drusenmineral, Schlesien 647.  
 Kalifeldspat, Anpassungserscheinungen bei Zwillingen 679.  
 Kalisalzlager, secund. Mineralbildung 658.  
 Kaliumantimonchlorid, Mess. 484.  
 Kaliumbromat, Mess. 246.  
 Kaliumcarbonat, Umwandlungstemperatur 284.  
 Kaliumchlorat, Mess. 243.  
 Kaliumjodat, Mess. 247.  
 Kaliumnitrosobromosmiat, Mess. 477.  
 Kaliumnitroschlorosmiat, Mess. 477.  
 Kaliumosmylbromididhydrit, Mess. 475.

Kaliumosmylchlorid, Mess. 174.  
 Kaliumosmylchloriddihydrat, Mess. 175.  
 Kaliumosmyloxalat, Mess. 172.  
 Kaliumosmyloxynitrit-Trihydrat, Mess. 176.  
 Kaliumplatinat  $Pt(OH)_6K_2$ , Mess. 56.  
 Kaliumplatinbromür, Mess. 688.  
 Kaliumplumbat  $Pb(OH)_6K_2$ , Mess. 55.  
 Kaliumsilberplatooxalonitrit, Mess. 178.  
 Kaliumstannat  $Sn(OH)_6K_2$ , Mess. 54.  
 Kaliumsulfat, Mischkrystalle mit *K*-Chromat 614.  
 Kaliumvanadylrhodanid, Mess. 687.  
 Kalk, krystalliner, Mähren 502.  
 Kalknatronfeldspat, Pseudomorphosenbildung 402.  
 Kalkuranit, Schlaggenwald 486.  
 Kamazit 174.  
 —, meteorisch 543, 544.  
 Kampher-chinon-dioxim,  $\alpha$ -,  $\beta$ - u.  $\delta$ -, Mess. 392, 692.  
 Kampher- $\beta$ -Thiol, Mess. 394, 692.  
 Kaolin, Dobrudscha 430.  
 — v. Ifö 429.  
 —, Kärnten 674.  
 Kataphorit v. Ost-Afrika 442.  
 Kettenbruchähnliche Entwicklungen zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit bestimmter Flächencombinationen an Krystallen 659.  
 Kieselsäure, Eigenschaften der geschmolzenen 297.  
 —, hyalithische 683.  
 Kieselsäurekugeln in einem Sandstein 404.  
 Kieselzinkerz v. Camisolo 268.  
 Kieselager im Ennstal 500.  
 Klinochlor, Piemont 644.  
 Klinopyroxen, meteorisch 542.  
 Klinozoisit, Visp 677.  
 Kobalterz v. Neu-Caledonien u. Nischnij-Tagil 489.  
 Kohlenwasserstoffgase, Rumänien 505.  
 Korund, Vorkommen 389.  
 —, Vork. m. Nickelerz 684.  
 — im Basalt 548.  
 —, künstlich 627.  
 —, Monzoni 508.  
 —, Sohland 684.  
 —, Tirol 486.  
 Korundgestein Plumazit 402.  
 Köttigit, künstl. Herstell. 97.  
 Krennerit 657.  
 —, neue Formen 443.  
 Krugit 659.  
 —, künstl. Darst. 674.  
 Krystallberechnung im triklinen System 63.  
 Krystallform in Beziehung zum Molekularvolum u. chem. Zusammensetzung 409.  
 — u. chem. Zusammensetz., Beziehungen 495.  
 Krystallgruppen, Theorie 468.  
 Krystallinische Structur der Metalle 343.  
 Krystallisation im elektrischen Felde 340.

Krystallisation schwer löslicher Substanzen 407.  
 — Krystallisationsgeschwindigkeit, Abhängigkeit von der Temperatur 294.  
 —, Bestimmung an organ. Körpern 255.  
 — geschmolzener Mineralien 649.  
 —, molekulare Verminderung der 446.  
 Krystallisationsconstanten in Beziehung zu kryoskopischen Lösungsmitteln 254.  
 Krystallisationsmikroskop für Silicateschmelzen 674.  
 Krystallisationsvermögen geschmolzener Mineralien 649.  
 Krystallisierte Schlacke von der Seigerhütte bei Hettstedt 226.  
 Krystallographie, Beziehung zur Zahlenlehre 462.  
 —, einfachere Methoden in der 404.  
 Krystallographische Rechnung, neue Methode 404.  
 — Symbole 95, 96.  
 Krystallostructur 524.  
 —, Theorie der 529.  
 Kubische Krystalle, Magnetisierung 340.  
 Kubisches System, Stereometrie der hemiedrischen Formen 434.  
 Künstliche Doppelbrechung in Gelatine 309.  
 Kunzit 204.  
 Kupfer, gediegen v. Californien 204.  
 Kupferammonchlorid, Mess. 527.  
 Kupferchloridammoniak, Mess. 528.  
 Kupferkies 682.  
 —, Monzoni 507.  
 —, Nieder-Österreich 502.  
 —, turmalinführend, Mte. Mulatto 673.  
 Kupferschürfe in der Veitsch 504.  
 Kupfersulfatammoniak, Mess. 528.  
 Kupfersulfid, Umwandlungspunkt 283.  
 Kupferuranit, Wassergehalt 646.

## L.

Labrador, Löslichkeit in Augit, Ausscheidungsfolge 650, 654.  
 Labradorfelse in West-Norwegen 545.  
 Labradorit, Analyse u. Constitution 509.  
 —, Krystallis.-Geschwindigkeit. 649.  
 —, künstl. 627, 637.  
 —, Ferrera 677.  
 —, Veltlin 635, 636.  
 Lagerstättenbildung 652.  
 Lagerstätten West-Australiens 656.  
 Langbeinit 658.  
 Laterit, Constitution, Entstehung u. Entwässerung 397.  
 Laumontit, Böhmen 486.  
 —, Radautal 485.  
 Lawsonit v. Gorgona 263.  
 Leitvermögen von Blei- und Silberglanz 340.  
 Leonit 659.  
 —, Existenzgebiet 670.  
 Lepidomelan, Massachusetts 496.

Leucit, Anal. 276.  
 —, Analyse u. Constitution 509.  
 —, Krystallis.-Geschwindigk. 649.  
 —, künstlich 626, 627, 637.  
 Lichtfiguren 521.  
 Lichtfilter für ultraviolette Strahlen 391.  
 Lichtfortpflanzung in Calcit, Änderung durch Deformation 285.  
 Lichtgeschwindigkeit von Turmalin 304.  
 Limonit, Mähren 504.  
 —, Narysov 674.  
 Linnäit, Mexico 426.  
 Lithogenese 652.  
 Löslichkeit, gegenseitige von Mineralien im Schmelzfluß 650.  
 Lösungskörper 521.  
 Loewit, Darstellung u. Zusammensetzung 670.  
 Lücken in der Mischungsreihe isomorpher Substanzen 296.

### M.

Magnesit, Bildung 430.  
 —, Bildung auf Elba 264.  
 —, Fichtelgebirge 680.  
 —, Nieder-Österreich 504.  
 —, Visp 677.  
 Magnesitlager in den steir. Alpen, Alter u. Entstehung 501, 503.  
 Magnesiumammonselenat, Mess. usw. 321.  
 Magnesiumammonsulfat, Mess. usw. 321.  
 Magnesiumantimonchlorid, Mess. 482.  
 Magnesiumsulfat hepta- und -hexahydrat, Existenzgebiet 670.  
 Magnesiumsulfatzwilling 648.  
 Magnetisenerzlagerstätten in Westsibirien 654.  
 Magnetische Doppelbrechung 288.  
 — Drehung der Polarisationssebene des Quarzes 408.  
 — Eigenschaften des Pyrrhotin 410.  
 Magnetisierung kubischer Krystalle 310.  
 Magnetit im Basalt 520.  
 —, Krystallis.-Geschwindigk. 649.  
 —, künstlich 627, 637.  
 —, Löslichkeit in Labrador, Ausscheidungsfolge 650, 651.  
 —, meteorisch 513.  
 — vom Ätna 259.  
 — v. Australien 416.  
 — aus Mittelengland (Buntsandstein) 424.  
 — v. Piemont 261.  
 —, Schottland 402.  
 Magnetkies im Basalt 520.  
 — v. Bottino 262.  
 Malachit an alten Münzen 197.  
 —, Dobrudscha 430.  
 Manganammoniumchlorid 528.  
 Manganerz, Bosing 502.  
 —, Istrien 507.  
 — im Lahntal 652.  
 Manganit, Reflexionsvermögen 312.  
 Manganmulme, Odenwald 683.  
 Markasit, Reflexionsvermögen 312.  
 —, Sachsen 678.  
 —, Schottland 412.  
 Marmor, Deformation in allseitigem Druck 623.  
 Martensit 687.  
 Martit, Schottland 402.  
 Massenisomorphe Körper 528.  
 Maxwell'sche Beziehung  $n = \sqrt{k}$  313.  
 — Beziehungen zwischen Absorption und Leitfähigkeit 311.  
 Mejonit, Krystallis.-Geschwindigk. 650.  
 Melanophlogit, Krystallf. 48.  
 —, Verh. beim Erhitzen 51.  
 Melantherit v. Californien, Mess. 204.  
 Melilith, künstl. 627.  
 —, chem. Zusammensetzung 226.  
 Mentholdixanthogenat 191.  
 Menthoxanthogensäure, Thionhydrid 191.  
 Mercurosulfat, Darstellung von krystallisiertem, Mess. 181.  
 Metalle, krystallinische Structur 313.  
 Metallhäutchen, Wirkung von Wärme und Lösungsmitteln auf dünne M. 390.  
 Metamorphismus der alpinen Graphitlager 651.  
 Metastabiler Zustand 685.  
 Meteoriten, mikrosk. Untersuchung 170.  
 — v. Millers Run 513.  
 Meteorischer Eukrit 512.  
 Meteoriten v. Boogaldi, Baratta, Gilgoi, Eli Elwah 407.  
 — v. Hvittis u. Marjulahti 513.  
 p-Methoxyphenyl-*A*-Hydrophthalimid, Mess. 268.  
 p-Methoxyphenylphthalimid, Mess. 268.  
 p-Methoxyzimmtsäureäthylester 666.  
 Methylammoniumchloroosmiat, Mess. 176.  
 Methyl-p-Brombenzoat 665.  
 Methyl-p-Chlorbenzoat 664.  
 Mikroklin, Pleochroismus 647.  
 —, Dobrudscha 430.  
 —, Montorfano 253.  
 —, Südrußland 431.  
 Mikroklingitterung 680.  
 Mikroklinorthoklas 432.  
 Mikroperthit, Norwegen 515.  
 Millerit, Krystallf. 4.  
 —, Zwillingbildung 5.  
 —, Vork. bei Orford 2.  
 Mimetesit, Brechungsindex 419.  
 Mineralbildung an vergrabenen chinesischen Münzen 197.  
 — in Silicatschmelzen 301.  
 Mineralien, secundäre auf Kalisalzlagern 658.  
 — Irlands 400.  
 — Schottlands 400.  
 Mischkrystalle von  $HgJ_2$  u.  $AgJ$  295.  
 — von Kaliumsulfat und -chromat  $K_2SO_4$  und  $K_2CrO_4$  611.

Mischkrystalle, wasserhaltige, Spaltungscurven 293.

Molekulargewichtsbestimmung aus der Krystallisationsgeschwindigkeit 291.

Molekularvolum, chemische Zusammensetzung in Beziehung zur Krystallform 409.

Molybdänit, Reflexionsvermögen 312.

—, Radautal 485.

Molybdänsäure, Krystallform der gelben 474.

Monazit, Prägratten 497.

Monazitsand, kaukasischer 484.

Monetit, Krystallf., künstl. Herstell. 93.

Monoacetyl-4-amino-6-nitro-4,3-metaxylen, Mess. 269.

Monochromatisches Licht mit Kalklicht erzeugt 404.

Montmorillonit, Neu-Süd-Wales 406.

Montorfano, Mineralien 252.

Monzoni und seine Gesteine 507.

Muckit, Rumänien 319.

Muscovit 657.

—, künstlich 627.

—, Dobrudscha 430.

## N.

Natriumferrisulfate 209.

Natriumnitrat, Plasticität 412.

Natriumosmyoxalat, Mess. 474.

Natriumplatooxalonitrit-Monohydrat, Mess. 478.

Natriumpyrophosphat, Umwandlungstemperatur 284.

Natriumsulfat, Abhängigkeit des Schmelzpunktes vom Druck 298.

—, Umwandlungstemperatur 284.

— — nach der internationalen Scala 295.

—, Verhalten in wässriger Lösung 294, 296.

Natrolith, Böhmen 493.

Natronkalisimonyit, Isomorphie 668.

Natronmikroclin im Basalt 519.

Natürliche Eisen-Nickellegierung, Awaruit 457.

— Eisensulfate; Constitution und Genese 209.

Nephelin, künstlich 627, 637.

—, Schmelzpunkt 494.

—, Böhmen 486.

Nephelinsyenit v. Grönland 426.

Nephrit 679.

Neudorfit, Rumänien 319.

Newberryit, künstl. Herst. mit Struvit 98.

—, Zusammensetzung, künstl. Herstellung, Krystallf. 94.

Niccolit v. Cortabbio-Faidallo 267.

Nickelammonchlorid, Mess. 526.

Nickeleisen, meteorisch 513, 514.

Nickelerzlager, Sohland a. d. Spree 684.

Nickelsmaragd von Werchne Dnieprowsk 513.

Nitrate, Polymorphismus 412.

$\alpha$ -Nitronaphtalin, Krystallisationsgeschwindigkeit 255.

Nitrodiphenylamin, Mess. 689.

Northupit, Beziehung zum Tychit 235.

Numeait, als Umwandlungsmaterial eines fossilen Insects 106.

## O.

Oberflächenminimum 630 f.

Oberflächenschicht, das Fließen der O. in krystallinischen festen Körpern bei mechanischer Störung 389.

Oktaëdrische Structur des Calcit 466.

Oldhamit, meteorisch 514.

Oligoklas, künstlich 627, 637.

—, meteorisch 513.

—, Südrussland 434.

Olivin, Ausscheidung aus der Schmelze 651.

— im Basalt 517, 518.

—, Krystallis.-Geschwindigk. 649.

—, künstlich 626, 627, 638.

—, meteorisch 515.

Olivingruppe, Schmelzpunktsbeziehungen 491.

Omphacit, Ötztal 496.

Oolithbildung 633.

Opal in Basalt 516.

— v. Dillenburg 656.

Optische Erscheinungen der Krystalle im convergent polarisierten Lichte 413.

— Constanten u. Analyse 102.

Orientierung durch gleitenden Druck 414.

Orthit im Basalt 517.

—, Kärnten 674.

Orthoklas und Albit, Bildungsverhältnisse 292.

— im Basalt 519.

—, Krystallis.-Geschwindigk. 649.

—, künstlich 627, 637.

—, Mte. Mulatto 674.

— v. Val Floriania 494.

Orthoklasgruppe, opt. Orientierung 490.

Orthopyroxen, meteorisch 512.

## P.

Palacheit, Ident. m. Botryogen 499.

Pegmatite der Örtler Alpen 507.

Pegmatit v. Piona 257.

Pentlandit, Schottland 402.

Peridotite v. Visp 677.

Periklin, Zwillingsgesetz 522.

—, Binnental 417.

Perthitfeldspäte 680.

Petrowskit v. Ost-Afrika 413.

Petroleum, Vork. in Palästina u. Ägypten 655.

Petzit 657.

— v. Australien 414.

Pharmakolith, gleichzeitige Darstellung mit Rößlerit 99.

—, künstl. Herstell. u. Krystallf. 93.



Pharmakosiderit, Böhmen 486.  
 Phenylbernsteinsäureanhydrid, Mess. 540.  
 Phenylbernsteinsäuredimethylester, Mess. 544.  
 Phillipsit in Basalt 546.  
 —, Böhmen 493.  
 Phlogopit in canadischen Asbestlagern 654.  
 Phosgenit, Colorado 496.  
 Phosphate, Vork. in Palästina u. Ägypten 655.  
 Phosphoreisen 498.  
 Photographie von Hohlräumen in Mineralien 404.  
 Phtalonsäuremethylester, Mess. 544.  
 Picotite in Basalt 547, 520.  
 —, Brit. Columbia 406.  
 Piemont, Mineralien 640, 644.  
 Pinit, Regenstein 681.  
 Pisanit v. Californien, Mess. 205.  
 Pistazit, Böhmen 486.  
 Plagioklas in Basalt 549.  
 —, künstlich 627.  
 —, Zwillingsgesetz 522.  
 —, Norwegen 55.  
 Plasticität des Natriumnitrats 412.  
 Plastische Krystalle 289.  
 Platin in den  $Ni$ - $Cu$ -Erzen v. Sudbury 492.  
 Platinbromürkalium, Mess. 688.  
 Platinlagerstätten des Ural 408.  
 Plessit, meteorisch 474, 544.  
 Plumazit 402.  
 —, ein oligoklas- u. korundhalt. Gestein 499.  
 Pohlkescher Satz 467.  
 Polarstellung trikliner Krystalle (zweikreis. Gon.) 68.  
 Polarisatoreinrichtung am Mikroskop 485.  
 Polarisationssebene, magnetische Drehung der P. beim Quarz 408.  
 Polyhalit 659.  
 —, Bildungsverhältnisse 674.  
 Polymorphie 685.  
 Polymorphismus der Nitrate 412.  
 Polytherme von Kainit 686.  
 Porphyroidgesteine, Taunus 678.  
 Positionswinkel, Bestimmung bei triklinen Krystallen 65.  
 Prehnit, Böhmen 486.  
 —, Mongolei 486.  
 —, Radautal 484.  
 —, Zöptau 675.  
 Primitivkrystall 685.  
 Prinzip der kleinsten Oberfläche 680 f.  
 Projection, Anwendung der stereograph. 463.  
 Proustite, neue Formen 447.  
 Pseudomorphose von Carbonaten u. Opal nach Olivin (in Basalt) 547.  
 — bei  $Ca$ - $Na$ -Feldspat 402.  
 —, Limonit n. Quarz 507.  
 —, Markasit n. Rutil 507.  
 —, Pyrit n. Blende 646.  
 —, Quarz nach Calcit und Dolomit 500.

Pseudomorphosen, Quarz n. Pyrit 507.  
 Psilomelan, Dobrudscha 430.  
 —, Narysov 674.  
 Pyknochlorit 484.  
 Pyrgom, Monzoni 507.  
 Pyrit 682.  
 — in Basalt 546.  
 —, Reflexionsvermögen 342.  
 — vom Ätna 259.  
 —, Augustusburg, Sachsen 646.  
 — vom Binnental 446.  
 —, Böhmen u. Brasilien 502.  
 —, Dobrudscha 430.  
 —, Mte. Mulatto 674.  
 —, Piemont 642.  
 —, Schottland 402.  
 Pyritconcretionen, Rumänien 505.  
 Pyrophyllitähnliche Mineralien 487.  
 Pyrolusit, Dobrudscha 430.  
 —, Istrien 507.  
 — v. Narysov 674.  
 Pyromorphit 653.  
 —, Brechungsindex 449.  
 — vom Ural 485.  
 Pyroxene, chloromelanitische 272.  
 —, rhombisch, Veltlin 686.  
 —, titanhaltig 497.  
 Pyroxengruppe, Schmelzpunktsbeziehung. 494.  
 Pyrrhosiderit, Narysov 674.  
 Pyrrhotin im Basalt 547, 520.  
 —, Bestimmung von  $Co$  und  $Ni$  203.  
 —, magnetische Eigenschaften 440.  
 —, meteorisch 543.  
 —, Vorkommen 682.  
 —, Böhmen 486.  
 —, Dobrudscha 430.  
 —, Piemont 642.  
 —, Sachsen 678.  
 —, Schottland 403.  
 Purpurit, Anal. 436.  
 —, Vorkommen 433.

## Q.

Quarz, Ausdehnung des geschmolzenen 283, 309.  
 — im Basalt 548, 520.  
 —, Bergkrystall, Sachsen 678.  
 —, Dielektricitätsconstante 345.  
 —, Krystalle v. Kapland 420.  
 —, magnetische Drehung der Polarisationssebene 408.  
 — als Reflexionsnormale 344.  
 —, Rotationsdispersion, natürl. u. elektromagnetische 290.  
 —, Umwandlungstemperatur 284.  
 —, Umwandlung in den amorphen Zustand und Eigenschaften 297.  
 —, Verhalten gegen Reststrahlen 343.  
 —, Binnental 447.  
 —, Böhmen 486, 645.  
 —, Dobrudscha 430.

Quarz, Mte. Mulatto 674.  
 —, Narysov 674.  
 — v. Palombaia 262.  
 —, Zöptau 676.  
 Quarzporphyr v. Augustusburg, Sachsen 646.  
 —, Val Floriania 494.  
 Quecksilberammoniumchlorid, Mess. 527.  
 Quecksilberjodid, Form. der Ausscheidung aus Lösungen 169.  
 — und Jodsilber, Mischkrystalle 295.  
 Quenstedtsche Linearprojection 404.  
 Quercit, Krystallisation, Atzfiguren 455.

## R.

Radionit 489.  
 Radautal, Mineralien 484.  
 Radioaktivität von Thormineralien 494.  
 Radium 300.  
 Raibl, geol. Karten und Bilder 504.  
 Rammelsbergit v. Orford, Krystallf. 47.  
 Rapakiwi aus Südrußland 434.  
 Raspit, Minas Geraes 647.  
 Raumringe, heterogene 542.  
 —, homogene 533.  
 Rechnung, neue Methode der krystallographischen 404.  
 Regelmäßige Verwachsung, chem. Verhältnisse 634.  
 Reguläres System, Stereometrie der hemiedrischen Formen 134.  
 Reflexionsnormale 344.  
 Reichhardt, Existenzgebiet 670, 671.  
 Reifcurven 297.  
 Reif, Formen und Entstehung 399.  
 Reststrahlen, Versuche an Quarz u. Fluorit 343.  
 Riebeckit, Dobrudscha 430.  
 — v. Ost-Ofrika 442.  
 o-Riebeckitgneiß 489.  
 Rofnagstein 677.  
 Rogensteinbildung 633.  
 Romanit, Rumänien 348.  
 Röblerit, künstl. Herstell. mit Arsenstruvit 98.  
 —, Verhältnis zum Wapplerit 99.  
 Rotationsdispersion, Beziehung zwischen natürl. u. elektromagnetischer 290, 313.  
 Roteisenerzlager im Harz, Entstehung 625.  
 Rubidiumantimonchlorid, Mess. 482.  
 Rubidiumfluoborat  $BFl_4Rb$ , Mess. 57.  
 Rubidiumjodat 250.  
 Rubinglimmer, Schottland 402.  
 Rutil im Basalt 520.

## S.

Sachsen, Mineralien 678.  
 Salmiakmischkrystalle 524.  
 Salpeterlager in Chile 683.  
 Salzablagerungen, Bildung oceanischer 668.  
 Samarskit, Kaukasus 485.

Sanidinanalyse 276.  
 Santa Maria in Guatemala, Eruptionsproducte 642.  
 Sapphir in Basalt 548.  
 Sarkolith, Ausscheidung aus der Schmelze 654.  
 —, Krystallis.-Geschwindigk. 650.  
 Säure  $C_{20}H_{32}O_3$ , Mess. 689.  
 Schlacke, krystallisierte von der Seigerhütte bei Hettstedt 226.  
 Scheelit, künstl. Nachbild, auf nassem Wege 404.  
 —, Brasilien 648.  
 —, Mte. Mulatto 674.  
 Schizolith v. Grönland 427.  
 Schmelzpunkt, Beziehung zur chemischen Zusammensetzung 494.  
 Schönit 659, 670.  
 —, obere Existenzgrenzen 670.  
 Schottische Eisenerze 402.  
 — Mineralien 400.  
 — Turmaline 402.  
 Schraufit, Rumänien 348.  
 Schreibersit 544, 545.  
 Schwefel, amorpher, Molekulargewicht 292.  
 —, Löslichkeit der Modificationen 685.  
 —, Flächenentwicklung u. Krystallstructur des rhombischen 523.  
 Schwefel-Selen, Mischkrystalle 688.  
 Schwefelsaures Ammonium-Magnesium, Mess. 328.  
 — —, opt. Eigensch. 332.  
 — —, spec. Gew. 334.  
 — Ammonium-Zink, Mess. 336.  
 — —, opt. Eigensch. 339.  
 — —, spec. Gew. 339.  
 — Cäsium-Zink 358.  
 — Cäsium-Magnesium 357.  
 — Kalium, Misch. mit chromsaurem 644.  
 — Rubidium-Magnesium, spec. Gew. 357.  
 — Rubidium-Zink 358.  
 Schweizerit 500.  
 Schwerlösliche Substanzen, Krystallisation 407.  
 Schwerspatvorkommen, Oberharz 653.  
 Seladonit 430.  
 Selen-Schwefel, Mischkrystalle 688.  
 Selsensaures Ammonium-Magnesium, Mess. 343.  
 — —, opt. Eigensch. 347.  
 — —, spec. Gew. 346.  
 — Ammonium-Zink, Mess. 350.  
 — —, opt. Eigensch. 353.  
 — —, spec. Gew. 352.  
 — Cäsium-Magnesium 359.  
 — Cäsium-Zink 364.  
 — Kalium-Magnesium 359.  
 — Kalium-Zink 360.  
 — Rubidium-Magnesium 359.  
 — Rubidium-Zink 360.  
 Seligmannit 424.  
 Seltene Metalle der Erze v. Rambler-Mine, Wyoming 495.

Serendibit, Anal. 444.  
 Serpentin in Canada 654.  
 —, Monzoni 507.  
 Siderit in Basalt 546.  
 —, Nieder-Österreich 502.  
 Sideronatrit 209.  
 Silber auf australischen Goldgängen 657.  
 Silberbromat, Mess. 470.  
 Silberglanz, Leitvermögen 340.  
 Silberjodid und Quecksilberjodid, Mischkrystalle 295.  
 Silicate, Constitution einiger S. 393, 692.  
 Silicateschmelzen u. Mineralbildung 304.  
 Silicide von Eisen u. Mangan 447.  
 Sillimanit in Basalt 548.  
 —, Sohland 684.  
 Simetit, Rumänien 348.  
 Simonyit, Identität mit Astrakanit 488.  
 —, Isomorphie 668.  
 Skapolith, künstlich 627.  
 Skolezit, Zwillingsgesetz 523.  
 Skorodit, Böhmen 486.  
 Sodalith, Schmelzpunkt 494.  
 Soretit, Vorkommen 404.  
 Souesit 459.  
 Spaltbarkeit, Beziehung zum Habitus der Krystalle 183.  
 Spaltungscurven wasserhaltiger Mischkrystalle 293.  
 Spateisenstein, Kroatien 504.  
 Spectropolaroskop mit empfindlichen Streifen 390.  
 Sperryolith 492.  
 Spessartin, neues Vork. 494.  
 Specificsches Gewicht, rasche Bestimmungsmethode 399.  
 Specificsches optische Eigenschaften hemimorpher Krystalle 309.  
 Sphalerit, Fichtelgebirge 680.  
 Sphärosiderit, Westgalizien 506.  
 Sphen, Zöptau 675.  
 Spinell 684.  
 —, künstlich 627.  
 —, Monzoni 507.  
 —, grün, Norwegen 545.  
 Spinellgruppe, Schmelzpunktsbeziehungen 492.  
 Spodumen, lila, aus Californien 195, 204.  
 Spontane Krystallisation von Gyps 408.  
 Statisches Sphäroid v. Hessel 456.  
 Steinbeile, mineralogisch interessante 640.  
 Steinsalz 659.  
 —, blaues 646.  
 —, Dielektricitätsconstante 345.  
 —, Einfluß auf das Existenzgebiet von Schönit 670.  
 — vom Ätna 259.  
 —, Vork. in Rumänien 505.  
 Stereographische Projection, Anwendungen 463.  
 Stereometrie hemiëdrischer Formen des regulären Systems 434, 480.  
 Sternsmaragd von Muso 444.

Stilbit, Böhmen 493.  
 — der Kronprinz Rudolf-Insel 279.  
 Stolzit, Brasilien 648.  
 Strontiumbromat, Mess. 666.  
 Strontiumjodat, Mess. 480.  
 Strontiumwolframat, Mess. 64.  
 Structur fester Körper 399.  
 Struvit, Krystallf., künstl. Herstell., zugleich mit Newberryit 98.  
 Succinit, Rumänien 348.  
 Sumpferz, Ural 503.  
 Sylvanit 657.  
 — v. Australien 444.  
 Sylvin, Dielektricitätsconstante 345.  
 Sylvinit 659.  
 —, Rumänien 505.  
 Symbole, krystallographische 95, 96.  
 Syngenit, Bildungsverhältnisse 674.  
 Syngonieellipsoid das Trägheitsellipsoid der krystallisierten Substanz 454.

## T.

Tachydril 659.  
 Taenit, meteorisch 471, 514.  
 Talk, Canada 654.  
 —, Visp 677.  
 Templeton, Typus canadischen Asbests 653.  
 Tellur, krystallisiert, Colorado 203.  
 —, Vork. auf australisch. Goldgängen 657.  
 Tellurit, Colorado 203.  
 Tetragene Doppelsalze 686.  
 Tetramethylstilben 274.  
 Thalliumsulfat, Umwandlungstemperatur 284.  
 Thenardit 294.  
 Theorie der Krystallgruppen 168.  
 — des Lichtes für active Krystalle 305.  
 Thorit, Varietät, Kaukasus 185.  
 Thormineralien, Radioactivität 494.  
 Thulit 260.  
 n-Thymochinon-thymolimidoäthyläther 490.  
 Thymolderivate, krystallogr. Beschreibung 489.  
 Tiree-Marmor 396.  
 Titaneisen in Basalt 548.  
 Titaneisenerz, Kaukasus 185.  
 Titanhaltiger Pyroxen 497.  
 Titanit in Basalt 547.  
 —, Binnental 447.  
 —, Passeler 499.  
 —, Piemont 644.  
 —, Zöptau 675.  
 Topas, Böhmen 486.  
 Topische Axen der Alkalisulfate u. Selenate 384.  
 Trägheitsellipsoid der krystallisierten Substanz 454.  
 Transformation der Coordinaten 602.  
 — der Ebene einer stereograph. Projection 466.  
 Tremolit, Sachsen 679.

Tremolit, Visp 677.  
 4-3-4-3-Tribromtoluol, Mess. 662.  
 4-2-4-5-Tribromtoluol 662.  
 2-4-6-Trichlor-3-Nitrobenzoesäure, Mess. 662.  
 2-4-6-Trichlor-3-Nitrobenzoesäure +  
 1 Chloroform, Mess. 662.  
 2-4-6-Trichlor-3-Nitrobenzoesäureamid,  
 Mess. 662.  
 2-4-6-Trichlor-3-Nitrobenzoesäuremono-  
 methylamid, Mess. 663.  
 2-4-6-Trichlor-3-Nitrobenzoesäuremono-  
 methylnitramid, Mess. 663.  
 2-4-6-Trichlor-3-Nitrobenzoesäuredime-  
 thylamid, Mess. 664.  
 Tridymit in Basalt 520.  
 —, künstlich 627.  
 Triklone Krystalle, Polarstellung am zwei-  
 kreisigen Goniometer 68.  
 Triklones System, Krystallberechnung 63.  
 Trimagnesiumarseniat, künstl. Herstellung  
 96.  
 Trimagnesiumphosphat, künstl. Herstell.,  
 Zusammensetz., Krystallf. 96.  
 Troilit 544, 545.  
 Turgit, Schottland 402.  
 Turjiterze Rußlands 656.  
 Turmalin 657.  
 — in Beziehung zu Zinn 396.  
 — in Erzlagern 499.  
 —, Geognosie des schottischen 402.  
 — in Kupferkies, Mte. Mulatto 673.  
 —, Lichtgeschwindigkeit 304.  
 — v. Australien 446.  
 —, Böhmen 486.  
 —, Dobrudscha 430.  
 — v. Gorgona 263.  
 —, Montorfano 252.  
 —, Radautal 485.  
 Turnerit, Prägratten 497.  
 Tychit, künstl. Darstellung, Beziehung zu  
 Northupit 235.

## U.

Ultramikroskopische Teilchen, Sichtbar-  
 machung, Mess. 284.  
 Ultraviolette Strahlen, Filter 394.  
 Umwandlung polymorpher. Substanzen  
 685.  
 Umwandlungspunkte, Auffindung mit Di-  
 latograph 283.  
 Ural, neue Mineralien 485.  
 Uraninit, Schlaggenwald 487.  
 Urarscheidungen in rheinischen Basalten  
 546.  
 Urusit 240.  
 Uwarowit, Ural 485.

## V.

Vanadinit, Brechungsindex 449.  
 —, Bena Padru 253.

Vanadylrhodanide, Kalium u. Ammonium,  
 Mess. 687.  
 Vanthoffit, untere Bildungsgrenze 670.  
 Verdetsche Constante für Quarz 409.  
 Verticalbeleuchtung mit polarisiertem Licht  
 403.  
 Verwachsungen, regelmäßige von Minera-  
 lien 628 ff.  
 Verwachsungscomplexe von Mineralien,  
 Symmetrie 630.  
 Verwachsungsketten von Mineralien 628.  
 Vesuv, Auswürflinge 276.  
 Vesuvian v. Leffe 258.  
 Vivianit, Ural 485.  
 Volumberechnung des hexagonalen Skale-  
 noeders und der um- und einbeschrie-  
 benen Rhomboeder 299.  
 Vulkanische Asche v. San Christobal 642.  
 — vom S. Maria in Guatemala 642.

## W.

Wad, Böhmen 486.  
 —, Narysov 674.  
 — Walchen bei Öblarn 500.  
 Wapplerit, Verhältnis zum Rößlerit, gleich-  
 zeitige Darstell. mit Pharmakolith 99.  
 Wärmeleitung, rotatorische Constanten bei  
 Apatit u. Dolomit 308.  
 Wawellit, Böhmen 486.  
 Whewellit, Sachsen 678.  
 —, Westgalizien 506.  
 Wismut und -ocker von Californien 497.  
 Witherit, Böhmen 486.  
 Wolframate von Ca, Sr, Ba, Mess. 64.  
 —, Isomorphie 62.  
 Wolframit 657.  
 Wollastonit in Basalt 548.  
 Wollastonitgestein von Santa Fé 425.

## X.

Xanthogensäurederivate, krystallograph.  
 Beschreibung 494.  
 Xanthosiderit, Schottland 402.  
 Xenotim, chem. Zusammensetzung 429.  
 X-Strahlen, Fluoreszenzerregung 394.

## Y.

Yttrgranat, besondere Varietät 482.

## Z.

Zahlenlehre, Beziehung z. Krystallographie  
 462.  
 Zeichnungen, Anfertigung perspectivischer  
 464.  
 Zeolithe aus dem Chalcedon von Martinique  
 403.  
 — aus dem böhmischen Mittelgebirge 493.  
 — der Kronprinz Rudolf-Insel 279.

- Zeolithsubstanzen 528.  
 Zink, Krystallisation von erhitztem *Zn* in  
     Brandruinen v. St. Pierre 182.  
 Zink-Ammonselenat 324.  
 Zink-Ammonsulfat 324.  
 Zink-Ammonchlorid, Mess. 527.  
 Zinkchlorid-Ammoniak 528.  
 Zinkblenden, Oberharz 653.  
 Zinkblende v. Sardinien 254.  
 Zinkblendegang v. Primaluna 267.  
 Zinkspat, Sachsen 678.  
 Zinn, in Beziehung zu Turmalin 396.  
 Zinnammoniumchlorid, Mess. 528.  
 Zinnerzlager, Greenbushes, Australien 657.  
 Zinnerzlager der Malayischen Halbinsel  
     197.  
 Zinnstein, Westaustralien 657.  
 Zinnober, Ätzfiguren 452.  
 — v. Almaden, Lichtbrechung 439.  
 — v. Alsósajó, Mess., Vork. 439.  
 —, Nieder-Österreich 502.  
 Zinnoberlager v. Saturnia 279.  
 Zirkon im Basalt 548.  
 —, spec. Gew. 492.  
 —, Dobrudscha 430.  
 — v. Piemont 260.  
 Zonale Krystallographie 280.  
 Zusatz von Fremdstoffen 294.  
 Zweikreisige Krystallmessung, triklines  
     System 63.  
 Zwillingsbildung 522.

## Berichtigungen.

### Band 39.

- Seite 422 Zeile 9 v. u. lies: »und gelöstem« statt »und ungelösten«.  
 - 465 und 480 bei Greg und Lettsom lies: »1858, 392« statt »1854, 217«.  
 - 465 - 480 - Lévy lies: »1837« statt »1838«.  
 - 625 Zeile 2 v. u. lies: »Cimolit« statt »Cimolith«.  
 - 627 - 44 v. o. - »1902, 34« statt »1892, 34«.



## Mitteilung der Redaction.

Bezugnehmend auf das 1887 erschienene Circular an die Leser und Mitarbeiter der Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie (von welchem noch einzelne Exemplare auf Wunsch zur Verfügung stehen) bittet Unterzeichneter, bei den zur Publication bestimmten Zusendungen das Folgende zu beachten.

Die in deutscher Sprache eingehenden Manuscripte gelangen zunächst in der Reihenfolge des Einlaufs zum Druck. Von englischen oder französischen Manuscripten kann auf Wunsch des Autors durch die Redaction eine Übersetzung besorgt werden, doch bedingt dies natürlich eine Verzögerung der Publication. Keine Aufnahme finden Abhandlungen, welche anderswo in deutscher Sprache erschienen sind oder erscheinen werden, sowie solche, welche den Charakter von »vorläufigen Mittheilungen« besitzen.

Das zu den Manuscripten benutzte Papier ist nur einseitig zu beschreiben.

Die Manuscripte sind gut leserlich zu schreiben und auf die Anordnung von Tabellen, Formeln u. dergl. die größtmögliche Sorgfalt zu verwenden (die erheblichen Correcturkosten, welche Änderungen im Arrangement solcher Teile des Satzes erfordern, fallen, wenn sie durch Undeutlichkeit des Manuscriptes verursacht werden, ebenso wie diejenigen größerer nachträglicher Einschaltungen, dem Autor zur Last). Als Symbole der Krystallformen dienen die Millerschen mit der Reihenfolge der Axen nach Weiss. Die anzugebenden Winkel sind die der Normalen der Flächen. Citate sind immer möglichst vollständig zu geben, d. h. außer dem Titel des betr. Journals Jahr- und Bandzahl, sowie die Seitenzahl, z. B. »Bull. soc. franç. d. min. Paris 1897, 20, 172«. Bei Arbeiten, welche seit dem Bestehen der »Zeitschrift« erschienen sind, ist stets das Citat des Referates, z. B. »Ref. diese Zeitschr. 31, 73« hinzuzufügen (in den Auszügen dürfte das letztere Citat überhaupt genügen).

Alle Figuren sind auf besonderen Blättern beizulegen und zwar jede Figur auf einem eigenen Blatte. Die Zeichnungen sind mit feinem Bleistift auf glattem Papier auszuführen und sollen auch die benutzten Hilfslinien enthalten, da diese dem Lithographen die Controlle der Richtigkeit der Ausführung und der Orientierung der Copie wesentlich erleichtern. Undeutliche Stellen der Zeichnung sind durch beigegegebene Skizzen in größerem Maßstabe zu erklären. Figuren, welche in photographischer Reproduction zur Herstellung von Textclichés benutzt werden sollen, können (mit Ausnahme der Buchstaben, welche jedenfalls nur mit Bleistift einzutragen sind) mit

tiefschwarzer Tusche ausgezogen werden, doch ist darauf zu achten, daß die Randlinien der Krystallformen um ca.  $\frac{1}{3}$  feiner und die punktierten hinteren Kanten noch schwächer gehalten werden. Sind die Figuren in größerem Maßstabe ausgeführt, so müssen behufs der photographischen Verkleinerung natürlich alle Linien im Verhältniß stärker sein. »Auszügen« können Figuren nur ausnahmsweise beigegeben werden.

Die Autoren erhalten von ihren Originalmitteilungen 50 Separatabzüge gratis, eine größere Zahl auf Wunsch und gegen Erstattung der Herstellungskosten. Es wird gebeten, die Anzahl der gewünschten Sonderabzüge auf der ersten Seite des Manuscriptes zu vermerken und etwaige spätere Wünsche oder Reclamationen wegen deren Zusendung an die Verlagsbuchhandlung Wilhelm Engelmann in Leipzig, Mittelstr. 2, zu richten.

Die Correcturen sind spätestens innerhalb drei bis vier Tagen nach Empfang von dem Autor zu erledigen und (ohne Manuscript) an den Unterzeichneten zurückzusenden.

Die zum Referat an die Redaction eingesandten Separatabzüge aus anderen Zeitschriften enthalten zuweilen keine Angaben, aus denen der Ort des Erscheinens ersichtlich ist. Behufs genauer Citierung derselben in dem betreffenden Auszuge wird gebeten, den Titel, Jahrgang, Band- und Seitenzahl der Zeitschrift, in welcher sie veröffentlicht sind, auf denselben anzugeben. Arbeiten, aus denen Tabellen u. dergl. im Auszuge wiederzugeben wären, sind womöglich in zwei Exemplaren einzusenden.

München, 6. Brieffach.

Prof. P. Groth.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.



Fig. 1.

Anorthit vom Vesuv.

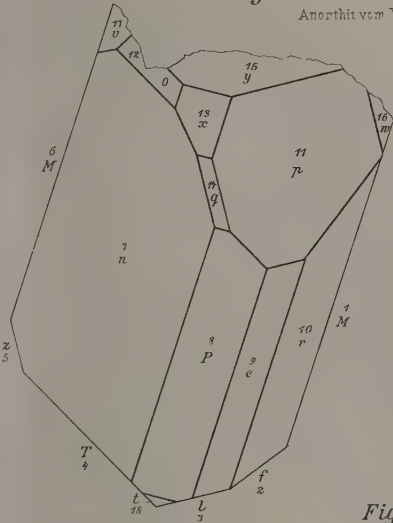


Fig. 2.

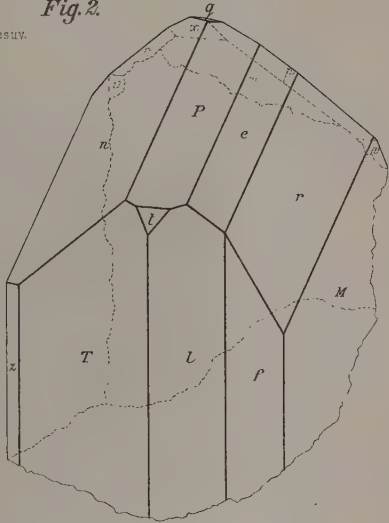


Fig. 3.

Anorthit vom Vesuv.

Gnomische Projection von Fig. 1. 2

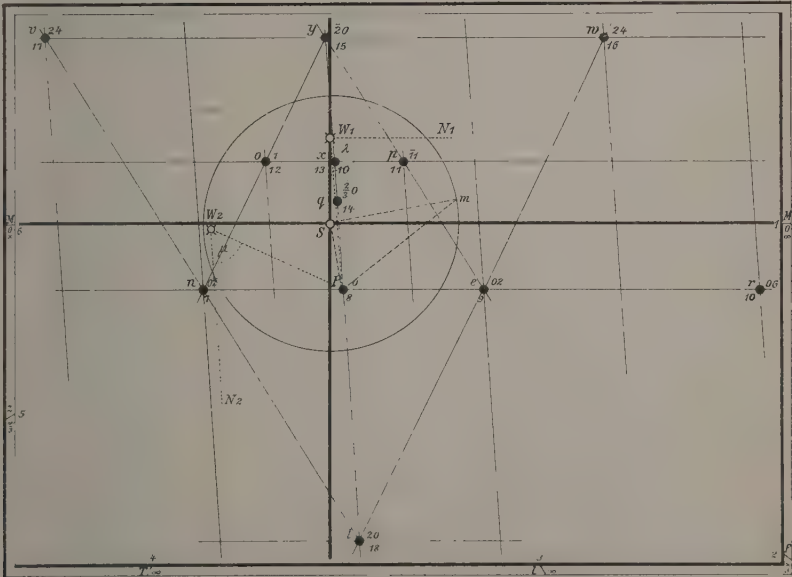






Fig. 1.

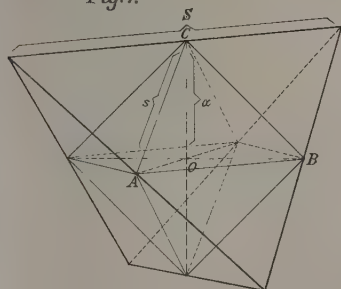


Fig. 2.

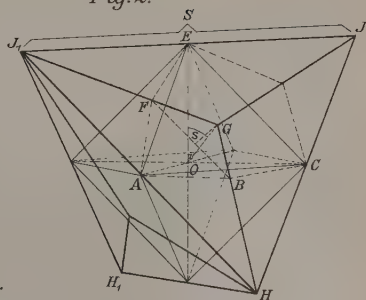


Fig. 4.

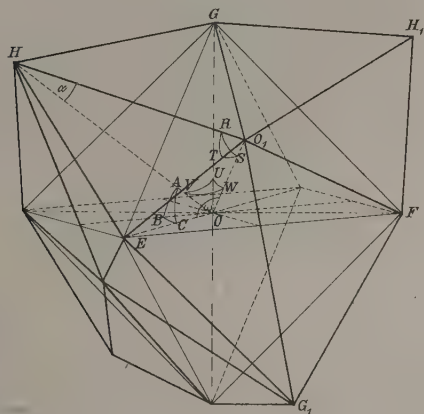


Fig. 3.

Fig. 5.

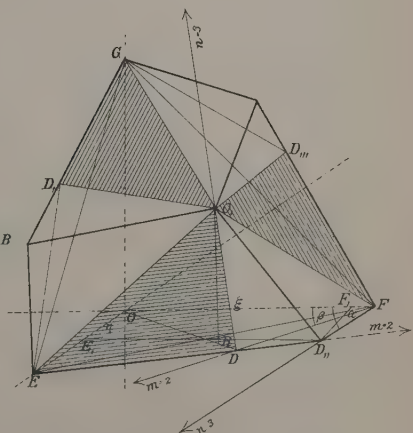
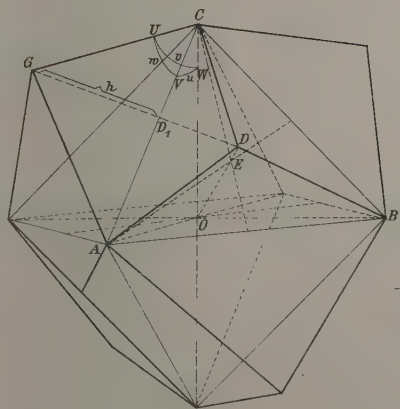




Fig. 1.

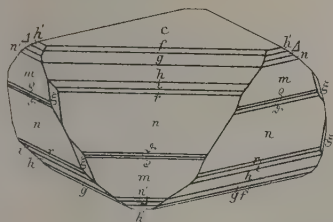


Fig. 2.

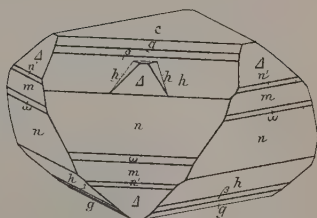


Fig. 7.

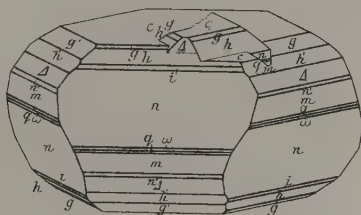


Fig. 3.

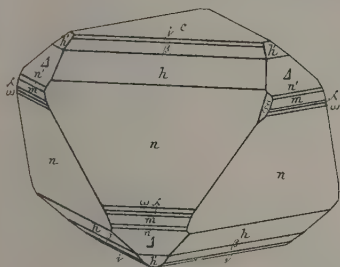


Fig. 4.

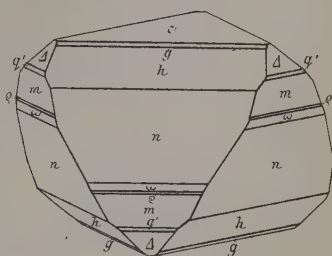


Fig. 8.

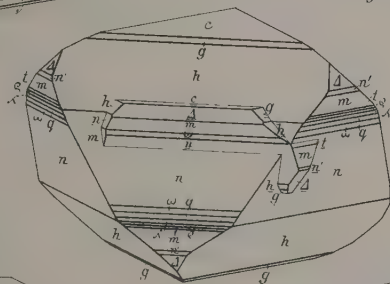


Fig. 5.

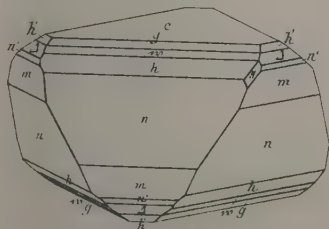


Fig. 6.

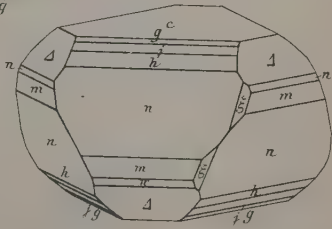




Fig. 9.

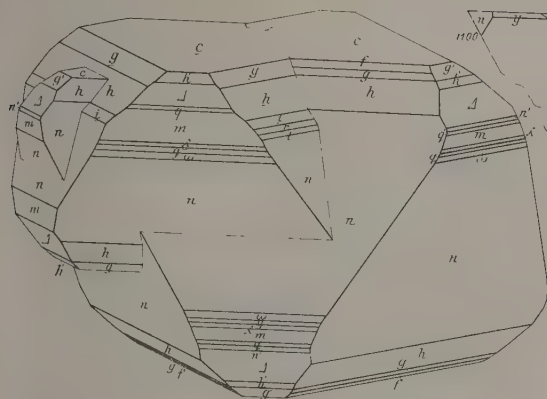


Fig. 10.

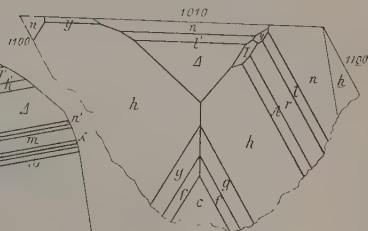
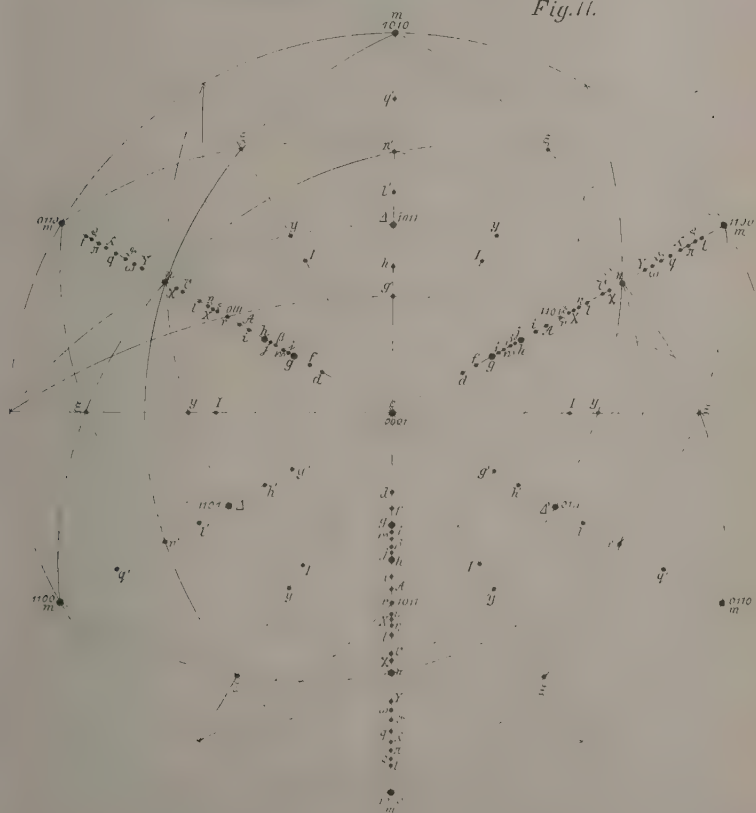


Fig. 11.



Aut. del.

Lith. Nachr. K. Hof. München.

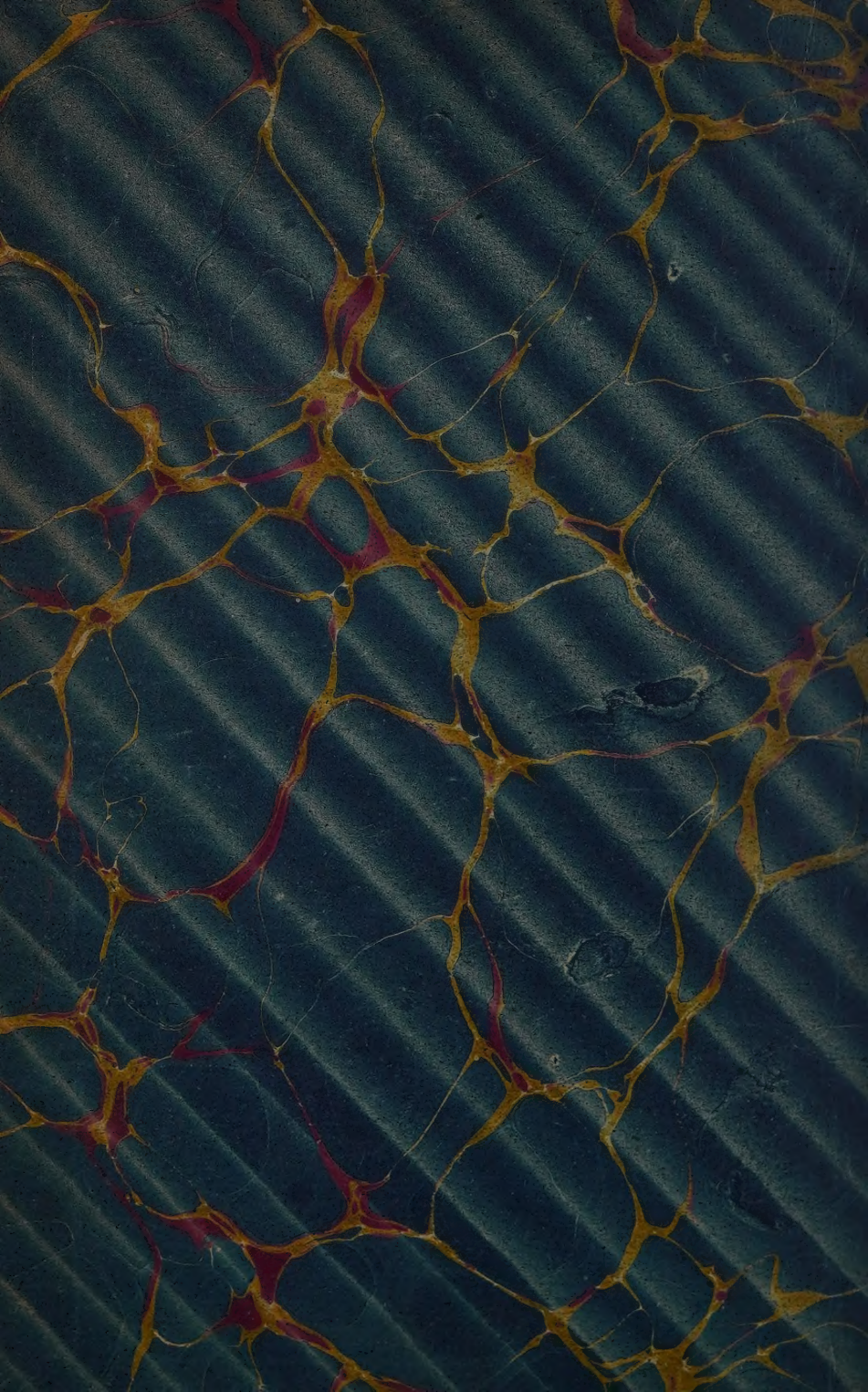








4







3 8198 318 821 939



